STRATEGII EVOLUTIVE ȘI SEMIOTICE ALE VIEȚII

GHEORGHE MUSTAȚĂ

MARIANA MUSTAȚĂ

JUNIMEA

CE ESTE VIAȚA?

Viața este o formă agresivă,
asimilatoare, care luptă
prin reproducere
impotriva degradării.

Gr. T. Popa

ISBN 973-37-1163-2

JUNIMEA
IAȘI-ROMÂNIA

Referenţi ştiinţifici:
Prof.dr. Constantin Toma, m.c. al Academiei Române
Prof.dr. Ion Dediu, membru al Academiei Republicii Moldova
Prof.dr. Mircea Varvara
Conf.dr. Ion Cojocaru

Copertă:
Bogdan Ungureanu

Tehnoredactare şi grafică computerizată:
Elena-Alexandrina Atodiresei

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
MUSTAŢĂ, GHEORGHE
Strategii evolutive şi semiotice ale vieţii/ Gheorghe Mustaţă, Mariana Mustaţă ; pref.: prof. dr. Constantin Toma ; postf.: prof. dr. Ion Dediu. – Iaşi : Junimea, 2006
ISBN (10) 973-37-1163-2 ; ISBN (13) 978-973-37-1163-6

I. Mustaţă, Mariana
II. Toma, Constantin (pref.)
III. Dediu, Ion (postf.)

575.8

CUPRINS

Prefață 7
Introducere 11
CE STE VIAȚA? 17
I. Ce este viața? 19
Spre o definire a vieții 19
Caracteristicile vieții 21
Sistemele disipative nevii au pregătit apariția vieții 32
Semnificația evolutivă a membranelor 36
Ereditate şi variabilitate 40
Genele şi rolul lor 44
Genele şi morfogeneza organismelor 46
Viața şi moartea în concepția teoriei sistemice a evoluției 52
Procesul vieții se bazează pe cogniție 67
Procesul de cogniție este întrupat 69
Spiritul ca plenitudine a minții şi a corpului 71
Note 72
STRATEGII EVOLUTIVE ALE VIEȚII 77
II. Pluricelularitatea ca strategie evolutivă 79
Asocierea celulelor şi formarea de colonii 83
Pluricelularitatea ca direcție evolutivă majoră 101
Edificarea structurilor pluricelulare 104
Organele tridimensionale 105
Diferențierea celulară 116
Pluricelularitatea are la bază mecanisme biosemiotice 125
Note 131
III. Strategii evolutive ale animalelor coloniale 133
Note 151

IV. Dimensiunile mediului ca strategii evolutive 153
Mediul spațial 157
Mediul spațial fizic 158
Spațiul comunicării 163
Spațiul intelectual 165
Spațiul cultural 166
Spațiul informațional 167
Mediul psihologic 168
Mediul temporal 168
Edificarea mediului individual 180
Dimensiunile mediului intern 182
Note 185
V. Alte tipuri de strategii evolutive 187
Agresiunea şi altruismul ca strategii evolutive 187
Note 191
Limbajul ca strategie evolutivă 192
Note 201
Comportamentul ludic şi umorul ca strategii evolutive 203
Note 207
Simțul estetic ca strategie evolutivă 208
Note 215
Principiul continuității şi semnificația libertății vitalului 216
Note 225
DIMENSIUNILE BIOSEMIOTICE ALE VIEȚII 227
VI. Biosemiotica – un nou mod de a interpreta vitalul 229
Note 244
VII. Dimensiunile biosemiotice ale vitalului 247
Note 263
VIII. Aspecte biosemiotice desprinse din comportamentul unor insecte sociale 265
Note 274
IX. Dimensiunile biosemiotice ale simbiozei 275
Note 284

X. Dimensiunile ecosistemice ale simbiozei ……285
Note ……289
XI. Viața ca o metaforă ……291
Note ……299
Postfață ……301
Bibliografie ……313

PREFAȚĂ

Am citit cu interes şi cu plăcere cartea colegilor mei Gheorghe şi Mariana Mustață, „Strategii evolutive şi semiotice ale vieții". Interesul mi-a fost provocat de tematica abordată şi a crescut odată cu parcurgerea textului, iar plăcerea a fost alimentată de stilul plăcut şi de uşurința cu care poate fi urmărită expunerea problemelor.

Enigma vieții a dominat gândirea umană din toate timpurile. Chiar dacă această enigmă nu a fost pe deplin dezlegată, ea polarizează încă cele mai strălucite minți. Teoriile noi care au apărut în acest domeniu par să deschidă căi inedite în pătrunderea tainelor vieții. Dacă pentru mijlocul veacului al XX-lea diferența dintre celula vie şi cea moartă părea a fi dată doar de dinamica proceselor chimice, iar fenomenele vieții ar fi guvernate de hazard şi necesitate, la finele veacului şi la începutul celui de al treilea Mileniu, viața ca fenomen cosmic este privită prin prisma Teoriei sistemelor complexe, iar ordinea pare a fi un atribut nu numai al vitalului, ci a materiei cosmice.

Dacă Erwin Schrödinger (1949) ne-a cucerit cu ideea că viața înseamnă, în acelaşi timp, „ordine din dezordine" şi „ordine din ordine", Humberto Maturana şi Francisco Varela (1987) par a ne convinge că „cogniția implică întregul proces al vieții, fără a pretinde măcar existența unui creier sau chiar a unui sistem nervos rudimentar".

Dacă acceptăm acest mod de a gândi vitalul, atunci vom fi de acord şi cu Gregory Bateson (1979), care

consideră că „structura minții și structura naturii sunt fiecare reflecția celuilalt" și chiar și cu George Lakoff și Mark Johnson care afirma cu tărie că „mintea este întrupată".

Autorii pun în discuție unele concepte și teorii noi care revoluționează gândirea biologică și care ne apropie de înțelegerea vitalului.

Fritjof Capra (2004) pune cap la cap unele dintre teoriile moderne pentru a ne convinge de faptul că viața „se produce, se repară și se perpetuează continuu". De altfel Teoria sistemelor complexe ne dezvăluie o trăsătură esențială a vieții și anume organizarea structurilor biologice în rețea. Mergând pe această direcție Humberto Maturana și Francisco Varela descopera dinamica autoregenerării structurilor vitale, căruia îi dau numele de ***autopoiesis****.*

Pe bună dreptate Luisi Pier Luigi (1993) considera că definind sistemele vii ca rețele autopoietice, atunci va trebui să acceptam fenomenele vieții ca fiind proprietăți ale sistemelor complexe.

Ilya Prigogine (1980) lansează Teoria structurilor disipative și ne convinge de faptul că viața reprezintă o structură disipativă departe de echilibru, care își menține nivelul de autoorganizare pe seama producerii de entropie în mediu. Mai mult decât atât, a descoperit faptul că structurile disipative, în dinamica lor, favorizează apariția spontană de noi forme de ordine, deci o capacitate sporită de autoorganizare și de emergență. De aici vom înțelege cu ușurință că sistemele vii sunt sisteme emergente care se dezvoltă și evoluează și că viața tinde mereu către noutate.

Autorii pun în discuție şi alte concepte noi privind esența vitalului, între care şi faptul că structurile şi funcțiile biologice nu sunt determinate doar de amprentele genetice, ci sunt proprietăți energetice ale întregii rețele epigenetice. Mai mult decât atât, prin aplicarea semioticii în interpretarea structurilor vitale şi a comunicării în lumea vie au fost „redescoperite" celulele în structura organismelor pluricelulare, precum şi interacțiunea acestor organisme cu microbiota însoțitoare şi formarea unor complexe biologice deosebite, care țin de ceea ce am putea numi ecologie somatică.

Autorii cărții pun în discuție şi unele strategii evolutive din lumea animală, mai puțin „ortodoxe", care deschid, totuşi, unele direcții interesante în înțelegerea evoluției ca realitate cosmică.

Cartea „Strategii evolutive şi semiotice ale vieții" se adresează nu doar biologilor, ci şi medicilor, psihologilor, filosofilor şi tuturor celor interesați de înțelegerea fenomenelor vitale.

Chiar dacă unele idei par a fi rupte de contextul general al înțelegerii vieții, autorii subliniind aspectul inedit al unor teorii şi concepții, prezentarea făcută înmănunchează preocupările actuale menite să lumineze anumite fațete ale vieții ca fenomen cosmic. Nu este cazul să insistăm asupra unor aspecte privind strategiile evolutive şi semiotice ale vieții, ci vă recomandăm să le urmăriți în paginile acestei cărți care merită să fie citită.

Prof.dr. Constantin TOMA
m.c. al Academiei Române

INTRODUCERE

Întotdeauna, o carte ştiinţifică este adresată unei anumite categorii de specialişti. Aceasta se adresează profesorilor de biologie, studenţilor şi masteranzilor care aprofundează studiul vieţii ca fenomen cosmic.

De altfel, întrebarea: „Ce este viaţa?" nu a preocupat doar pe biologi, ci şi pe filosofi şi pe toţi oamenii. Probabil că, de când fiinţa umană a reuşit să se desprindă de înconjurimea imediată şi să se înalţe către gândirea abstractă, ea şi-a pus o astfel de întrebare. Nu putem afirma că a fost găsit un răspuns pe deplin satisfăcător la o astfel de întrebare. Însă, nu înseamnă că întrebarea a rămas fără răspuns. În fiecare trib, în fiecare cultură, de-a lungul timpului istoric au fost formulate diferite răspunsuri ca o încercare de rezolvare a problemei.

Filosofii antici au formulat diferite răspunsuri cu privire la esenţa vieţii, însă întrebarea a rămas deschisă până în zilele noastre. Ea este deosebit de dificilă şi poate că nici nu este tocmai întrebarea care ar trebui pusă. Viaţa este un fenomen cosmic care se manifestă prin indivizi. Indivizii sunt purtătorii vieţii. Însă indivizii sunt atât de diferiţi şi atât de efemeri încât nu poţi surprinde esenţa vieţii urmărind doar anumite tipuri de indivizi.

La această întrebare a încercat să găsească răspuns şi un mare fizician, ***Erwin Schrödinger****, laureat al Premiului Nobel.*

În 1943, ***Schrödinger*** *a ţinut la Colegiul Trinity din Dublin, o serie de conferinţe pe tema „Ce este viţa?"*

Conţinutul acestor conferinţe a stat la baza unei cărţi publicată în 1944 de către Cambridge University Press, care a avut un impact internaţional neaşteptat.

Departe fiind de problemele cruciale ale biologiei şi de cunoaşterea structurii funcţionale a fiinţelor vii, ***Erwin Schrödinger*** *a sesizat că sistemele vii par a sfida cel de-al doilea principiu al termodinamicii, conform căruia, în sistemele închise, entropia unui sistem tinde la valoarea ei maximă. Într-un univers care se găseşte într-o continuă*

dezorganizare, ca urmare a creşterii entropiei, sistemele vii prezintă niveluri uimitoare de ordine creată din dezordine.

***Erwin Schrödinger** a constatat că viaţa este dominată de două procese opuse: „**ordine din ordine**" şi „**ordine din dezordine**". „**Ordine din ordine**" înseamnă că organismele transmit din generaţie în generaţie aceleaşi caracteristici, iar „**ordine din dezordine**" înseamnă însăşi procesul de apariţie al vieţii.*

*Prin fundamentarea teoriei sistemice **Ludwig von Bertalanffy** a reuşit să ne determine să înţelegem ce înseamnă sistemele ierarhice în natură. De aici, teoria ierarhică a selecţiei naturale postulează că obiectele biologiei aflate mai sus, în scara evoluţiei, cu mai multe niveluri într-o ierarhie structurală a incluziunilor – gene, organisme şi specii – pot acţiona simultan ca un focar al selecţiei naturale.*

***Ilya Prigogine,** laureat al Premiului Nobel demonstrează că viaţa este un sistem departe de echilibru care îşi menţine nivelul de organizare pe seama consumului de entropie. Deci, sistemele vii sunt structuri disipative, departe de echilibru, care prezintă un mare potenţial de a reduce gradienţii ce le influenţează existenţa. Mai precis, sistemele vii sunt sisteme disipative dinamice, cu memorie codificată (genele) ce permit proceselor disipative să-şi continue existenţa în timp.*

Am schiţat aici doar câteva aspecte către care se orientează oamenii de ştiinţă în elucidarea caracteristicilor viului. În lucrarea de faţă încercăm să detaliem aceste aspecte şi să conturăm o nouă imagine asupra esenţei vieţii ca fenomen cosmic.

Un alt aspect asupra căruia ne îndreptăm atenţia îl reprezintă strategiile evolutive ale vitalului.

Viaţa a apărut destul de repede pe Pământ. De la începutul timpului biologic au trecut peste 3,8 miliarde de ani. În acest timp viaţa a cunoscut o evoluţie spectaculoasă. Evoluţia s-a derulat extrem de încet la primele începuturi, însă treptat ritmul evoluţiei a trecut de la cel braditelic la cel tahitelic, trecând printr-un ritm normal, pe care îl numim horotelic.

Dacă timpul geologic al formării şi evoluției planetei Terra ar fi echivalat cu un an terestru, atunci viața ar fi apărut la 1 mai, fiind reprezentată de procariote. Eucariotele ar fi apărut la 1 august, iar primele metazoare la începutul lunii octombrie. Omul ar fi apărut doar cu cinci minute înainte de revelion, deci de sfârşitul anului geologic. Evoluția vieții a cunoscut un ritm fulminant către vârful arborelui genealogic.

Mai bine de două miliarde de ani viața a fost reprezentată pe Terra de organisme unicelulare (procariote şi eucariote). Care au fost mecanismele care au condus la apariția organismelor pluricelulare? Ce avantaje evolutive a conferit pluricelularitatea ca fenomen vital? Trecerea de la structura unicelulară la cea pluricelulară a fost testată sub forma organismelor coloniale. Care sunt strategiile evolutive care au impus apariția organismelor pluricelulare? La o astfel de întrebare încercăm să găsim răspunsuri în lucrarea noastră. Încercăm să elucidăm unele aspecte privind pluricelularitatea şi trecerea la viața colonială ca strategii evolutive.

În aceeaşi măsură încercăm să conturăm unele idei privind dimensiunile mediului ca strategii evolutive. Relația organism-mediu a fost urmărită fără întrerupere, de la ***Lamarck*** *şi de la* ***Darwin****. Rolul mediului în evoluție a fost supraanalizat. Nu s-a considerat, însă, niciodată, că în acelaşi mediu, fiecare specie şi chiar fiecare individ îşi formează mediul său. În acest sens, încercăm să prezentăm unele aspecte moderne ale gândirii biologice şi ecologice legate de modul în care organismul îşi creează mediul.*

Urmărim şi alte tipuri de strategii evolutive, unele destul de pretenții formulate. Însă, ținând seama de faptul că sistemele vii sunt, prin excelență, disipative, putem trage concluzia că aceste sisteme sunt deschise, emergente, că se dezvoltă şi evoluează, evoluția fiind o proprietate intrinsecă a sistemelor disipative. De aici putem conchide că viața tinde mereu către noutate.

Teoria sistemică despre viață identifică activitatea autoorganizatoare a organismelor vii cu cunoaşterea, ceea

ce înseamnă că, în ultimă instanță, evoluția trebuie văzută ca un proces cognitiv.

Ideea conform căreia evoluția este un proces cognitiv ni se pare cea mai revoluționară ipoteză a evoluționismului. De altfel, ***Gregory Bateson*** *(1955) consideră că structura minții şi structura naturii sunt una reflecția celeilalte şi că mintea şi natura sunt într-o necesară unitate. În acest sens, ne-am propus să prezentăm ideea că mintea este esența faptului de a fi viu. Viața se bazează pe inteligență.*

Dezvoltarea biologiei s-a realizat în etape hotărâtoare. Dacă ***Aristotel*** *a descris 520 de specii de animale, după publicarea de către* ***Carol Linnaeus*** *a lucrării „****Systema naturae****", în 1735, cunoaşterea biodiversității a avut creştere exponențială. Supranumit şi „****naş al naturii****", **Linnaeus** a introdus nomenclatura binară în denumirea speciilor (un nume pentru gen şi unul pentru specie – Homo sapiens), ceea ce a simplificat mult recunoaşterea speciilor şi a făcut posibilă realizarea ordinii în lumea vie.*

Punerea la punct a microscopului optic a făcut posibilă descoperirea unei lumi noi, aceea a microorganismelor. Descoperirea microorganismelor a avut un efect contradictoriu: pe de o parte, oamenii s-au minunat de noile descoperiri, pe de altă parte s-au îngrozit. Nu şi-au închipuit că într-o picătură de apă pot fi atât de multe ființe necunoscute.

Microscopul optic a făcut posibilă şi descoperirea structurii celulare a ființelor vii. Elaborarea teoriei celulare, de către botanistul ***Schleiden*** *(1838) şi zoologul* ***Schwann*** *(1839) a deschis orizonturi noi în studiul ființelor vii şi a impulsionat dezvoltarea cercetărilor analitice ale vitalului.*

O adevărată revoluție ştiințifică a determinat elucidarea, în 1953, a structurii acizilor nucleici. Aceasta a provocat dezvoltarea exponențială a geneticii şi apariția biologiei moleculare. Astăzi se vorbeşte chiar de o biologie electronică.

Şi, totuşi, fenomenul vieții nu a fost, încă, pe deplin înțeles, şi aceasta datorită faptului că cercetările biologice au neglijat aspectele fenomenologice ale vitalului.

*Fundamentarea de către **Konrad Lorenz** a etologiei, ca ştiinţă a comunicării şi a comportamentului în lumea vie, reprezintă, de fapt, aşa cum consideră **Jacob von Uexkül**, o zoosemiotică.*

*Zoosemiotica este o ramură a biosemioticii ce face parte dintr-o ştiinţă a semnelor şi a simbolurilor în comunicarea umană atât în limbaj cât şi în ceea ce priveşte comunicarea nelingvistică, aşa cum considerau **F. Saussure**, **Clarke David, S.A. Hawking, T.A. Sebeok** ş.a..*

Biosemiotica este ştiinţa care se ocupă cu studiul semnelor, comunicării şi informaţiei în lumea vie. Ea ne probează că nu poate exista o fiinţă vie care să nu comunice cu semenii şi nu intră în dialog cu peristaza şi cu oceanul cosmic.

Dialogul semiotic s-a dezvoltat în evoluţia organismelor constituind ample reţele semiotice, care se asamblează în ceea ce numim semiosferă.

În lucrarea noastră încercăm să prezentăm dimensiunile biosemiotice ale vitalului pentru a deschide o cale către înţelegerea comunicării în lumea vie.

Totodată prezentăm unele concepţii mai noi privind interpretarea unor caracteristici ale vieţii, convinşi fiind că este necesară o nouă ontologie în înţelegerea şi interpretarea fenomenelor vieţii.

CE ESTE VIAȚA?

I. CE ESTE VIAȚA?

Viața este un fenomen cosmic pe care omul nu l-a înțeles încă pe deplin.

Încercând să răspundă la această întrebare, marele evoluționist **Stephen Jay Gould** (1999) arată că cel mai evident adevăr poate fi foarte dificil de definit. Pentru a ne face să înțelegem acest lucru, el povesteşte că Louis Armstrong, fiind întrebat de un fan naiv şi pasionat ce este jazz-ul, i-a răspuns: „*omule, dacă e nevoie să întrebi, nu vei şti niciodată*"[1].

Deci, dacă te întrebi asupra esenței vieții, înseamnă că încă n-ai înțeles nimic, după **S.J. Gould**.

În seria de conferințe ținute la Colegiul Trinity din Dublin, în septembrie 1943, **Erwin Schrödinger**, fizician laureat al Premiului Nobel şi unul dintre fondatorii mecanicii cuantice, a încercat să răspundă la întrebarea: **Ce este viața?** şi a scris chiar o carte, care a bulversat lumea ştiințifică prin ineditul problematicii ridicate şi a polarizat numeroşi cercetători în găsirea unui răspuns la această întrebare. S-au acumulat foarte multe informații şi au fost date nesfârşite definiții ale vieții, se pare însă că nu s-a putut da încă un răspuns mulțumitor la această întrebare.

Spre o definire a vieții

S-au încercat diferite definiții menite să cuprindă esența vieții. Trebuie să-i dăm dreptate lui **Louis Pasteur,** care considera că: „*Viața nu se poate defini. Ceea ce se poate spune despre ea este că ea este germenul şi devenirea acesteia*"[2].

Biochimistul american **Melvin Calvin** considera, în 1969, că: „*viața are, în realitate multe însuşiri şi aproape pe fiecare în parte putem să le reproducem în sisteme nevii. Dar numai sistemul care le uneşte pe toate, simultan, îl putem numi sistem viu*"[3].

Herbert Spencer defineşte viaţa ca o „*continuă adaptare a condiţiilor interne la cele externe*"[4]. Deşi definiţia a fost formulată în secolul al XIX-lea, pare deosebit de modernă.

Încercând să definească viaţa **Alexander Ivanovici Oparin** (1960) ne arată că: „*este greşit să caracterizăm viaţa printr-un punct oarecare, când ea constă dintr-o lungă linie reprezentată de întreaga evoluţie a materiei vii, de la apariţia vieţii pe Pământ până în zilele noastre şi care cuprinde, astfel, toate organismele, de la cele mai primitive până la cele mai evoluate plante şi animale, inclusiv omul*"[5].

Ni se pare mai interesantă definiţia dată de medicul şi fiziologul român **Grigore T. Popa:** „*Viaţa este o formă agresivă, asimilatoare, care luptă prin reproducere împotriva degradării*".

Vom trece peste definiţiile de tip marxist: „*viaţa este o formă superioară de mişcare a materiei*" sau: „*viaţa este modul de existenţă a corpurilor albuminoide şi acest mod de existenţă constă în autoreînnoirea continuă a elementelor chimice ale acestor corpuri*",[6] şi vom încerca unele definiţii mai moderne.

„*Viaţa este răspunsul dinamic la imperativul termodinamic al disipării gradienţilor*"[7]. Iată o definiţie dată sub influenţa teoriei sistemelor disipative a lui **Ilya Prigogine**. Mergând pe această linie, **Eric D. Schneider** şi **James J. Kay** (1999) consideră că: „*Viaţa este o structură disipativă departe de echilibru care îşi menţine nivelul local de autoorganizare pe cheltuiala producerii de entropie în mediu*"[8].

Ajungem astfel la **Erwin Schrödinger** (1944), care afirmă că viaţa este controlată de două procese fundamentale: „*unul este «**ordine din ordine»**, iar celălalt «**ordine din dezordine»***.[9]

O definiţie a vieţii pare încă neîndestulătoare. Mai curând să purcedem în a urmări unele caracteristici ale vieţii.

Caracteristicile vieții

Viața este un fenomen cosmic. Ea se manifestă prin indivizi, care sunt purtătorii acestui fenomen, însă nu trebuie să confundăm viața - ca fenomen - cu felul de a fi şi cu manifestările unui individ, oricărei specii ar aparține acesta. De altfel, nici un individ nu poate să existe izolat, el depinde de semenii săi şi de alte specii din biosferă.

Pentru a înțelege viața ca fenomen cosmic şi biosfera ca pe o împlinire a întregului, ar trebui să ținem cont şi de ideile lui **James Lovelock** (1991) şi ale lui **Lynn Margulis** (1998), care consideră că apariția primelor organisme şi evoluția lor au mers mână în mână cu transformarea întregii planete dintr-un mediu anorganic în unul viu, cu capacitate de autoreglare. Aceasta l-a determinat pe **Harold Morovitz** (1992) să considere că viața reprezintă mai curând o proprietate a unei planete decât a organismelor individuale.[10] Observația este deosebit de subtilă şi de profundă. Când vorbim de apariția vieții pe Terra, nu trebuie să ne gândim doar la apariția primei forme celulare (a protocelulei), ci şi la transformarea oceanului planetar, a întregii planete, într-un mediu generator de viață.

Căutând să esențializeze structurile celulare, adesea, unii biologi pun accentul pe proteine (ca structuri catalitice) şi pe acizii nucleici (ca structuri informaționale). Reproducerea nefiind posibilă fără structuri informaționale, se sugerează ideea că acizii nucleici ar reprezenta singura structură definitorie a vieții. Trebuie însă să înțelegem că structurile moleculare nu sunt suficiente pentru a defini viața, aceasta reprezentând un sistem dinamic deosebit de complex.

Viața a apărut în apă şi este întreținută de apă. În apariția vieții, esențialul îl reprezintă delimitarea structurilor vii de mediul acvatic. O astfel de delimitare nu putea fi realizată decât de un sistem de membrane. Ele reprezintă, cu adevărat, o caracteristică universală a vieții.

Se pare că apariția protocelulelor nu a fost posibilă decât în momentul în care s-au perfecționat primele

structuri membranare. Faptul că membrana celulară este alcătuită după acelaşi model la toate fiinţele vii înseamnă că membranele celulare reprezintă o trăsătură unitară a acestora. Pe lângă funcţia de delimitare a celulei de mediul extern, plasmalema reprezintă, în acelaşi timp, o poartă de intrare şi de ieşire ideală pentru un sistem biologic deschis. Sunt asigurate substanţele nutritive şi sunt eliminate deşeurile, se regularizează compoziţia moleculară a celulei şi se conservă identitatea celulei.

Rolul important al membranelor celulare este reflectat şi de faptul că acestea nu se găsesc doar la exteriorul celulei, ci formează şi un complex sistem de endomembrane.

Membrana este importantă atât prin graniţele celulare pe care le delimitează cât şi prin metabolismul pe care îl generează şi întreţine permanent. Se poate afirma că metabolismul, este una dintre trăsăturile esenţiale ale vieţii şi că este în mod fundamental legat de procesele de membrană. După cum remarcă **Fritjof Capra** (2004), urmându-l pe **Lynn Margulis** (1998)**:** „*Metabolismul, chimia permanentă a auto-întreţinerii, este o trăsătură esenţială a vieţii... Printr-un metabolism neîncetat, printr-un flux chimic şi energetic, viaţa se produce, se repară şi se perpetuează continuu. Numai celulele şi organismele alcătuite din celule metabolizează*".[11]

Prin metabolism înţelegem o dinamică intensă şi continuă a reacţiilor chimice, reacţii care se desfăşoară într-o adevărată reţea. Această interpretare modernă a metabolismului, conceperea sa ca o reţea dinamică şi perpetuă de reacţii chimice ne oferă înţelegerea vieţii în profunzimea şi esenţa sa. Pe bună dreptate afirma **F. Capra** (2004) că: „*oriunde vedem viaţă, vedem reţele*".[12] Tot **F. Capra** ne recomandă să privim reţeaua de reacţii chimice caracteristice metabolismului ca pe o reţea trofică din cadrul unui ecosistem: „*Aşa cum ecosistemele sunt înţelese ca lanţuri trofice (reţele de organisme), şi organismele sunt percepute ca reţele de celule, organe şi sisteme de organe, iar celulele ca reţele de molecule*".[13]

Teoria sistemelor complexe ne dezvăluie o caracteristică esențială a vieții – **organizarea structurilor biologice în rețea**.

Funcționând ca un sistem deschis, celula realizează un schimb permanent de energie şi substanță cu mediul său. Substanțele nutritive ce pătrund în celulă prin intermediul membranei sunt antrenate în diferite circuite chimice (făcând parte dintr-o vastă rețea metabolică) şi pot fi folosite pentru construcția plastică a celulei sau pentru obținerea de energie. Pentru a nu fi tulburate procesele metabolice celulare, se impune ca deşeurile să fie eliminate. Rețelele chimice sunt multiple şi se intersectează, având noduri comune, prin care unele substanțe pot trece dintr-un circuit în altul.

Structurile funcționale ale celulelor nu sunt „înghețate", ci într-o continuă auto-regenerare. Chiar structura osului, care ni se pare inertă şi veşnică, îşi schimbă configurația în timp, în funcție de anumiți factori ai peristazei. Structurile vii au capacitatea de a se automodela, autorepara şi autogenera în timpul vieții individului. „*Aceasta este cheia definiției sistemice a vieții: sistemele vii se creează sau se recreează continuu pe ele înseşi, transformându-şi sau înlocuindu-şi componentele*".[14]

Viața înseamnă reînnoire continuă, cu păstrarea modelelor de rețea caracteristice speciei. Chiar ființa umană îşi schimbă celulele de nenumărate ori în timpul vieții, deşi rămâne aceeaşi individualitate.

Humberto Maturana şi **Francisco Varela** (1987) descoperă dinamica autoregenerării structurilor vitale, căreia îi dau numele de **„autopoiesis"**.[15] Conceptul de autopoiesis vizează două dintre caracteristicile esențiale ale vieții la nivel celular: delimitarea fizică prin membrane şi rețeaua metabolică perpetuă şi autoreglatoare.

Granița fizică a sistemului viu (membrana) se diferențiază esențial de restul sistemului, asamblându-se, autogenerându-se şi participând activ la procesele metabolice celulare.

Luisi Pier Luigi (1993) consideră că, definind sistemele vii ca **rețele autopoietice** definim, de fapt,

fenomenele vieții ca fiind proprietăți ale sistemelor complexe: „*viața nu poate fi atribuită unei singure componente moleculare (nici chiar ARN-ului sau ADN-ului), ci doar întregii rețele metabolice mărginite*".[16]

Vorbim de metabolismul lipidelor, glucidelor, proteinelor, de metabolism energetic şi de metabolism bazal. Dacă am considera că una dintre aceste forme de metabolism se desfăşoară independent (chiar dacă am considera că se formează o rețea metabolică complexă), ar însemna că nu am înțeles nimic. O astfel de rețea face parte dintr-o rețea metabolică mai complexă, nesfârşită care, la rândul său, este încorporată în rețeaua întregului vital.

Astfel, procesele metabolice sunt asigurate de enzime şi primesc energia de la structurile speciale bazate pe fosfați – acidul adenosin trifosforic (ATP).

Deosebim, de fapt, două categorii de rețele care funcționează în interacțiune şi depind una de alta: o rețea complexă de reacții enzimatice şi o alta, tot atât de complexă, energetică. Acestea sunt legate prin intermediul unor molecule de ARN care, la rândul lor, sunt integrate într-o rețea infinit mai complexă.

De fapt, este vorba de cele două rețele intim interconectate: o **rețea metabolică**, prin care hrana introdusă prin membrana celulară este transformată în metaboliți, considerați cărămizile din care sunt construite anumite structuri celulare (ADN, ARN, enzime, proteine structurale etc.), şi o a doua rețea, ce asigură formarea acestor structuri celulare esențiale şi care cuprinde atât întregul sistem genetic, cât şi o serie de structuri funcționale ce depăşesc acest sistem, formând aşa-numita **rețea epigenetică**.

Aceste două tipuri de rețele sunt strâns interconectate şi reprezintă ceea ce numim **rețeaua celulară autopoietică.**

Noul concept de abordare a structurilor vitale ne impune ca, în înțelegerea vieții, să nu ținem cont doar de structurile genetice şi de biochimia celulei, ci şi de dinamica

complexă ce se produce atunci când rețeaua epigenetică întâlneşte constrângerile fizice şi chimice ale mediului.[17]

Deosebit de important în acest concept este înțelegerea faptului că structurile şi funcțiile biologice nu sunt determinate doar de **amprenta genetică**, ci sunt proprietăți energetice ale întregii **rețele epigenetice**, în conexiune cu constrângerile mediului.

Contrar Teoriei Sintetice a Evoluției (T.S.E.), acest concept vede viața în interacțiune cu mediul. Atragem atenția că un astfel de concept are la bază dinamica neliniară pentru explicarea apariției şi emergenței fenomenelor vitale. Este vorba de noi concepte matematice menite să explice geometria complexă a modelelor lumii vii. **Brian Goodwin (1994)** şi **Ian Stewart (1998)** au făcut primii paşi în utilizarea dinamicii neliniare în înțelegerea şi explicarea structurilor biologice. Ei consideră că biomatematica (prin aprofundarea dinamicii neliniare) va reprezenta un domeniu de bază în cercetările secolului al XXI-lea.[18]

Acest concept răstoarnă oarecum principiile determinismului genetic, conform căruia forma biologică poartă amprenta genetică (a informației înscrise în moleculele acizilor nucleici), iar toată informația referitoare la procesele celulare este transmisă în generații prin intermediul ADN-ului în momentul diviziunii celulare.

Noua viziune schimbă integral înțelegerea transmiterii informației genetice. În timpul diviziunii celulare nu sunt transmise numai genele, ci mult mai multe elemente: membrane, organite, enzime, adică întreaga rețea celulară. După cum remarcă **F. Capra** (2004): „*Noua celulă nu este produsă exclusiv din ADN, ci reprezintă o continuare neîntreruptă a întregii rețele autopoetice, ADN-ul pur nu este niciodată transmis mai departe, fiindcă genele nu pot funcționa decât dacă sunt incluse în rețeaua epigenetică. În felul acesta, viața s-a dezvoltat de-a lungul a peste 3 miliarde de ani într-un proces neîntrerupt, fără nici o abatere de la structura de bază a rețelelor sale autoregeneratoare*".[19]

Teoria procesului autopoietic consideră modelul rețelei autoregeneratoare drept ca pe o caracteristică esențială a vieții.

Viața este asigurată de un flux continuu de energie şi de substanțe necesare pentru refacerea structurilor sale, pe măsură ce acestea se deteriorează.

Structurile vitale sunt într-o perpetuă refacere şi înnoire, astfel că indivizii, purtători ai vieții, sunt în continuă primenire şi regenerare.

Sistemele biologice sunt sisteme prin excelență deschise. De ce este necesară o perpetuă refacere şi înnoire? De ce această caracteristică se păstrează ca o constantă? Aici este marea enigmă. Sistemele vii sunt sisteme deschise doar pentru schimbul de substanțe şi de energie. Din punctul de vedere al organizării, ele se comportă ca sisteme închise; sunt rețele autopoietice care trebuie să-şi păstreze configurația constantă. Pentru aceasta, ele au nevoie de un flux continuu de energie şi substanțe din mediu. Viața este tocmai această dinamică perpetuă a rețelei autopoietice.

Ilya Prigogine (1997) a dezvoltat studii asupra fluxului de substanță şi de energie în sistemele dinamice complexe lansând, împreună cu colaboratorii săi, **teoria structurilor disipative.**

Ce reprezintă, în esență, structurile disipative?

Structurile disipative sunt sisteme deschise, departe de echilibru, dar care îşi mențin aceeaşi structură ca urmare a unui flux continuu de substanță şi energie, ceea ce permite schimbarea permanentă a componentelor. Aşa cum edificarea organismelor se bazează pe naşterea şi moartea continuă a celulelor, tot aşa orice sistem disipativ îşi asigură existența prin flux şi prin schimbare (disipare), cu păstrarea modelelor structurale.

Sistemele vii, de la celule la ecosisteme, depind de fluxurile exterioare de energie pentru a-şi menține organizarea şi pentru a dirija gradienții de energie, dar şi pentru a-şi realiza procesele autoorganizatoare.

În sistemele disipative, organizarea este menținută pe seama creşterii entropiei sistemului „global" mai mare în care este conținută structura respectivă.

Pentru ca sistemul să se mențină într-o stare departe de echilibru constantă, schimbul de entropie trebuie să fie negativ şi egal cu entropia produsă prin produsele interne, în cazul metabolismului.

Structurile disipative sunt reprezentate cel mai bine prin cicluri de *feed-back* autocatalitice pozitive. Gradul în care un sistem este scos din echilibru se măsoară prin gradienții impuşi sistemului.

Un sistem scos din echilibru va utiliza toate posibilitățile pentru a contracara gradienții aplicați. În situația în care aceştia vor creşte, va creşte şi abilitatea sistemului de a se opune unei şi mai mari îndepărtări de echilibru, fie că este vorba de un sistem disipativ viu sau neviu.

Când sunt scose din echilibru, sistemele termodinamice îşi schimbă starea într-un mod care se opune gradienților aplicați şi încearcă să aducă sistemul înapoi la **atractorul de echilibru.**

Cu cât sistemul este mai departe de echilibru, cu atât sunt mai sofisticate mecanismele menite să asigure rezistența îndepărtării de echilibru. Dacă condițiile dinamice o permit, apar procese de autoorganizare ce duc la disiparea gradientului. Ajungem astfel la înțelegerea apariției şi manifestării proceselor de autoorganizare. Rezistența sistemului se explică prin apariția structurilor autoorganizate, deci prin **apariția ordinii din dezordine**, aşa cum considera **Schrödinger** (1944).[20]

Noțiunea de sisteme disipative ca disipatori de gradienți ne permite înțelegerea apariției şi dezvoltării sistemelor complexe, deci şi a vieții.

Sistemele vii sunt sisteme deschise care primesc energie de înaltă calitate din exterior şi o degradează pentru a sprijini structura organizațională a sistemului.

După cum remarca **Schrödinger**, un sistem viu rămâne viu prin extragerea continuă a entropiei negative din mediu. Un sistem se menține staționar la un anumit nivel

de ordine prin absorbirea continuă a ordinii din mediul său. **Deci, viața reprezintă o structură disipatoare departe de echilibru ce îşi menține nivelul local de autoorganizare pe seama producerii de entropie în mediu**.[21]

Trebuie să înțelegem că viața este posibilă pe Pământ ca o consecință a celui de al doilea principiu termodinamic reformulat, fiind răspunsul la imperativul termodinamic al disipării gradienților.

Progresul biologic apare atunci când apar noi tipuri de degradare a gradienților. Se stabileşte o corelație firească între energia disponibilă şi posibilitățile de degradare a acestui gradient.

Relația existentă între energia disponibilă şi bogăția speciilor sugerează o legătură între diversitatea vieții şi procesele disipative.

Nivelurile trofice (ale unei piramide eltoniene) şi lanțurile trofice dintr-un ecosistem se bazează pe materialul fotosintetic fix (producători) şi disipează apoi gradienții, determinând apariția unor structuri tot mai organizate. De aici se desprinde o idee extrem de interesantă – **creşterea structurilor organizate pe nivelurile trofice ale unei piramide eltoniene.**

Numai aşa ne putem explica de ce diversitatea speciilor şi a nivelurilor trofice sunt mai mari la ecuator decât la poli.

Sistemele biologice de la celule la ecosisteme şi biosferă sunt componente biotice, fizice şi chimice ale Naturii care acționează ca procese disipative departe de echilibru.[22]

Ecosistemele pot şi trebuie să mărească degradarea energiei cu atât mai mult cu cât sunt mai apropiate de maturitate (climax). Nu numai că dispersarea totală trebuie să crească, dar trebuie să se dezvolte structuri din ce în ce mai complexe, cu o diversitate sporită şi cu niveluri ierarhice care să contribuie la degradarea energiei. Speciile sunt cele care dispersează energia pentru propria lor reproducere şi contribuie la procesele autocatalitice, mărind astfel dispersia totală a ecosistemului.

Sistemele biologice evoluează astfel încât pot mări viteza de degradare a energiei. În esența sa, evoluția înseamnă formarea de noi sisteme de disipare. Odată cu dezvoltarea lor, ecosistemele măresc cantitatea de energie pe care o captează şi o folosesc.

Un sistem deschis în care se pompează energie de înaltă calitate poate fi scos din echilibru. Natura se opune scoaterii din echilibru. Sistemele răspund prin apariția spontană a unui comportament organizat, care consumă energia, construind şi menținând structuri noi. Numai aşa putem înțelege apariția structurilor noi care asigură progresul biologic.

Apar procese de autoorganizare determinate de schimbările bruşte manifestate ca noi seturi de interacțiuni şi activități pe componente; astfel, sistemul se organizează.[23]

Esența vieții este apariția comportamentului organizat.

Cu cât este pompată mai multă energie de înaltă calitate într-un ecosistem, cu atât apare o organizare mai complexă pentru a disipa energia.

Sistemele vii trebuie să trăiască într-un anumit mediu, deci trebuie să facă parte dintr-un suprasistem. Ca urmare, ele trebuie să se supună programelor sistemului superior (circumstanțelor suprasistemului). Dacă sistemul nu poate respecta aceste programe, el va fi eliminat. Vor supraviețui numai sistemele care au învățat să execute programele (să trăiască cu constrângerile impuse).[24]

Dacă se elimină un sistem şi se creează unul nou, acesta din urmă va face ca procesul de autoorganizare să fie mai eficient.

Genele intervin în procesul de autoorganizare, canalizând organizarea către căile de succes. Ele se găsesc însă în interacțiune şi sub controlul rețelei epigenetice, putând interveni astfel în mecanismul autoorganizării.

Sistemele vii au un ciclu biologic bine stabilit: *naştere – dezvoltare – regenerare - moarte*. Pentru continuarea generațiilor (continuitatea vieții), conservarea informației cu privire la ceea ce merge şi la ceea ce nu merge prezintă o

semnificație majoră, structurile care asigură această informație sunt genele. Ele reprezintă o bază de date pentru strategiile de autoorganizare cu funcționare eficientă.[25]

Ca viața să poată continua, ea trebuie să fie capabilă de regenerare, deci să creeze ordine din ordine.

Existența fenomenului vital are la bază, aşa cum am mai arătat, două procese fundamentale: **ordinea din dezordine**, care asigură generarea vieții şi **ordinea din ordine**, care asigură continuitatea vieții.[26]

Considerarea sistemelor biologice ca sisteme disipative deschide orientări interpretative nebănuite asupra structurilor şi proceselor vitale. **Ilya Prigogine** (1997) a descoperit faptul că structurile disipative, în dinamica lor, favorizează apariția spontană a noi forme de ordine. Noua ordine poate să apară în punctele critice de instabilitate. **Prin apariția spontană a ordinii în punctele critice trebuie să înțelegem o capacitate sporită de autoorganizare şi de emergență a structurilor vitale.**

„*Autoorganizarea sau capacitatea de emergență a sistemelor disipative trebuie înțeleasă ca proprietatea intrinsecă a acestor sisteme de a asigura o dinamică a dezvoltării, învățării şi evoluției. Cu alte cuvinte, creativitatea – generarea de forme noi – este o proprietate-cheie a tuturor sistemelor vii. Şi deoarece emergența este o parte integrantă a dinamicii sistemelor deschise, ajungem la concluzia importantă că sistemele deschise se dezvoltă şi evoluează. Viața tinde mereu către noutate*".[27]

Sistemele vii sunt sisteme disipative. Sistemele disipative sunt sisteme emergente, fie că este vorba de sisteme vii sau nevii.

Ce înțelegem prin sisteme emergente?

Prin emergență trebuie să înțelegem geneza unor sisteme noi prin integrarea unor sisteme mai simple existente. Sistemele sunt noi prin faptul că posedă proprietăți noi, pe care nu le au sistemele prin integrarea cărora au luat naştere.

Cu alte cuvinte, trecerea de la un nivel de complexitate la altul superior implică apariția unor proprietăți emergente.

Dacă ne referim la unele sisteme emergente din lumea inanimată, atunci să luăm exemplul apei. Apa este formată din H_2+O. Aceste elemente chimice au anumite proprietăți. Prin unirea lor apare un sistem superior – apa, cu proprietăți total diferite de cele ale elementelor componente. Asocierea celor două elemente chimice şi formarea apei reprezintă un proces de emergență. Hidrogenul se poate găsi şi în asociere cu sulful, formând H_2S. Deşi hidrogenul participă în aceeaşi proporție ca şi în cazul apei, nu putem discerne care sunt caracteristicile hidrogenului sulfurat determinate de hidrogen. Proprietățile apei şi ale hidrogenului sulfurat sunt proprietăți emergente.

Dacă ne vom referi la unele sisteme biologice emergente, vom descoperi caracteristici asemănătoare cu cele ale sistemelor nevii.

Lichenii sunt formați prin unirea unor specii din grupa algelor cu specii din grupa fungilor. Ambele specii pot trăi independent. În momentul asocierii lor printr-o relație de mutualism simbiotic ia naştere o formă de viață nouă, o specie anumită din grupa lichenilor. Lichenii ilustrează perfect ceea ce înseamnă un salt evolutiv, deci o emergență. Emergența se reflectă atât în caracteristicile morfo-fiziologice cât şi în cele ecologice şi etologice.

Şi în acest caz, putem sesiza că elementele care se asociază creează un sistem nou, cu caracteristici noi. Una şi aceeaşi specie din grupa algelor se poate uni cu specii diferite de fungi. În urma asocierii, apar specii diferite de licheni. Combinarea ar putea fi comparată cu unirea H_2 cu O sau cu S.

Emergența este determinată de natura elementelor care se combină.

Dacă vom accepta ideile lui **Konrad Lorenz,** atunci: „*Emergența pe scara filogenetică a fost caracterizată drept un act creator de integrare a unor produse anterioare ale evoluției*".[28]

Totuşi, **Konrad Lorenz** (1973) utilizează termenul de **fulguratio** pentru a desemna actul creării a ceva nou. Deci **fulguratio** reprezintă actul prin care iau naştere sisteme noi, caracterizate prin proprietăți emergente.[29]

Se pare că fulgurația este responsabilă de viteza evoluției.

Fulgurația nu trebuie să fie văzută doar la nivelul structurilor şi a funcțiilor biologice, ci şi la nivelul comportamentului. **Konrad Lorenz** (1973) considera că învățarea din experiență, prin succes sau insucces, reprezintă o fulgurație tipică.[30]

Apariția spontană a unei noi forme de ordine poate avea loc atunci când fluxul de energie creşte. În această situație se poate forma un punct de instabilitate (un punct de bifurcație), în care se produce o ramificație capabilă să genereze o stare complet nouă, structuri şi forme noi. Cu alte cuvinte, sistemele disipative au capacități creative, de generare de forme noi.

Asemenea idei amintesc de teoria saltaționistă a evoluției, care ar putea explica apariția de capacități creative, de generare de forme noi. Această teorie vorbeşte de perioade lungi de evoluție lentă, când aproape că nu se produc modificări structurale la nivelul unei specii şi de perioade scurte, în care se petrec modificări explozive. Ar fi posibil ca aceste perioade de evoluție explozive (salturi evolutive) să fie confirmate de teoria sistemelor disipative.

Ținând cont de faptul că structurile vii sunt, prin excelență, disipative putem trage concluzia că sistemele vii sunt sisteme deschise, emergente, care se dezvoltă şi evoluează, evoluția fiind o proprietate intrinsecă a sistemelor disipative – **viața tinde mereu către noutate**.[31]

Sistemele disipative nevii au pregătit apariția vieții

Sistemele vii sunt autopoietice şi disipative, însă nu toate sistemele disipative sunt autopoietice. Chiar dacă nu toate sistemele disipative sunt sisteme vii, ele au totuşi,

capacitatea de a evolua, ceea ce înseamnă că putem vorbi şi de o evoluție prebiotică, o evoluție a unor sisteme neînsuflețite, care au funcționat înaintea apariției primelor celule. Teoria sistemelor disipative ne permite să considerăm că materia vie şi viața au apărut ca urmare a unui lung şir de procese evolutive. Este ca şi cum Oceanul Primordial, cu supa sa organică şi fină, ar fi avut o evoluție către un mediu capabil să genereze viața, printr-o fertilizare continuă a mediului prebiotc.

Viața n-a apărut brusc pe Terra. A avut loc, cu siguranță, o pregătire treptată a apariției vieții ca fenomen. Fără a ne depărta de problematica noastră şi fără a face rabat de la suportul ştiințific al discuțiilor, ținem, totuşi, să facem o paralelă între fertilizarea mediului prebiotic şi anumite afirmații făcute de unii reprezentanți ai religiei creştine.

Astfel, **Alexandros Kalomiros** (2003) a încercat să facă o apropiere între ştiință şi religie, căutând să găsească elemente comune, nu contradictorii.

În privința originii şi a apariției vieții, **Kalomiros** porneşte de la teoria modernă a evoluției chimice (a lui **A. I. Oparin** şi **J.H.S. Haldane**) şi încearcă să găsească elemente comune cu **Geneza** prezentată în Biblie.

Kalomiros consideră că, înainte de a purcede la facerea vieții, **Dumnezeu** a avut grijă să pregătească apa, să o fertilizeze, asigurând astfel făurirea ființelor vii.

„*Un aspect foarte important asupra căruia trebuie să ne oprim este sensul pasajului*": „***Şi Duhul lui Dumnezeu se purta pe deasupra apelor***" (Geneza 1,2). Aceste cuvinte au o semnificație fundamentală şi sunt începutului vieții pe pământ. **Sfântul Vasile cel Mare** ne explică sensul lor:

„*Duhul lui Dumnezeu este Duhul Sfânt, pentru că Scriptura foloseşte pentru duhul lui Dumnezeu o denumire ca aceasta şi nimeni altfel nu e numit Duhul lui Dumnezeu decât Duhul Sfânt, care completează Dumnezeiasca şi fericita Treime (...). Cum „**se purta**" Duhul pe deasupra apei? Nu-ți voi spune cuvântul meu, ci pe acela al unui bărbat sirian, care era tot atât de departe de înțelepciunea lumii pe cât era de aproape de ştiința*

*adevărată. Acesta spunea că, în limba siriană, cuvântul „**se purta**" arată mai mult decât cuvântul grec, pentru că limba siriană e înrudită cu limba ebraică şi deci mai aproape de ceea ce au vrut să spună Scripturile. Înțelesul acestui cuvânt ar fi următorul: cuvântul „**se purta**", spune el, se interpretează prin „**încălzea şi dădea putere de viață ouălor**", după chipul găinii care cloceşte şi dă putere de viață ouălor!"*[32]

Pentru a fi mai convingător, **A. Kalomiros** apelează şi la scrierile **Sfântului Ioan Gură de Aur**, care interpretează în mod asemănător pasajul: „***Şi Duhul lui Dumnezeu se purta pe deasupra apelor***":

*„În acest punct, Sfântul Ioan Gură de Aur e încă şi mai limpede. El spune: „ După părerea mea, aceste cuvinte arată că în ape era o energie plină de viață: nu era doar simplu o apă stătătoare şi nemişcată, ci era mişcătoare, avea putere de viață în ea. Fiindcă ceea ce-i nemişcător este nefolosit, nemişcător, pe când ceea ce se mişcă e în stare să facă multe. Deci, ca să ne arate că apa aceasta, multă şi nespus de întinsă, avea o putere plină de viață, Moise a spus: „**şi Duhul lui Dumnezeu se purta pe deasupra apelor**". Nu fără rost o spune mai dinainte astă dumnezeiască Scriptură şi pentru că avea să ne spună mai târziu că prin porunca Creatorului universului au fost şi animalele aduse la ființe din aceste ape. Aceea ce ne învață încă de pe acum că apa aceasta nu era o simplă apă, ci una în mişcare, care se frământa şi cuprindea totul."*[33]

Am insistat asupra acestui aspect atât pentru frumusețea prezentării, pentru surprinzătoarea gândire a unor Sfinți Părinți şi pentru a ne convinge că, urmând principiile teoriei structurilor disipative, viața a apărut într-un mediu oceanic pregătit etapă cu etapă pentru zămislirea progenoților.

Scenariile imaginate pentru explicarea apariției vieții sunt diferite. Un astfel de scenariu pune la bază moleculele de ARN, care ar fi putut acționa atât ca enzime, putându-şi cataliza propria sinteză, cât şi ca structuri informaționale.

Într-o singură moleculă erau, deci, întrupate două funcții cruciale ale vieții: cea catalitică şi cea informațională.

Funcția catalitică a asigurat apariția unor enzime mai eficiente şi asamblarea unor copii ale lor mult mai performante. Treptat, funcția ARN-ului a fost preluată de ADN, un purtător mai robust şi mai performant al informației genetice, pe de o parte, iar pe de altă parte, un formator de proteine şi de enzime mult mai productiv.

După un alt scenariu, propus de **Harold Morowitz** (1992), înainte de creşterea complexității moleculare, un rol important l-ar fi avut existența unor bule (vezicule) formate spontan pe baza anumitor structuri moleculare. Bulele delimitează două medii: unul intern şi altul extern. Cel extern era reprezentat de apa oceanului în care se găseau substanțe organice, iar cel intern era reprezentat de anumite substanțe organice şi minerale din această supă, considerabil diferite de la o bulă la alta.[34] Deci, bulele erau extrem de diferite în ceea ce priveşte conținutul lor, în timp ce membranele care le delimitau erau asemănătoare.

Deosebirile între bule se menținеau şi după divizarea lor, deoarece multiplicarea lor nu era o reproducere, ci o împărțire aleatorie a substanțelor din conținutul intern. Fiind deosebit de variabile în ceea ce priveşte conținutul lor, bulele intrau în competiție pentru asimilarea substanțelor din mediu, manifestându-se astfel o luptă pentru existență de tip darwinian. Competiția a oferit multiple avantaje „evoluționiste".[35] Desigur că unele bule se puteau contopi. Fuzionarea unor bule „performante" asigura o însumare a proprietăților chimice avantajoase. Desigur se puteau contopi şi bule cu un conținut molecular sărac în ceea ce priveşte realizarea unor reacții chimice mai intense. În această situație, diferențierea calitativă între bule se accentua; bulele mai mici puteau fi incluse în bule mai mari. Mărirea suprafeței membranare putea aduce un avantaj în desfăşurarea reacțiilor chimice. O astfel de închidere prefigurează, parcă, fenomenul de simbiogeneză, care a avut o semnificație majoră în evoluția biologică.

Asemenea scenariu pune accent pe selecția naturală a unor structuri chimice auto-producătoare, în stadii premergătoare apariției enzimelor şi a genelor.

Pasul hotărâtor în geneza vieții a fost, cu siguranță, apariția şi evoluția structurilor moleculare enzimatice (proteinele) şi informaționale (acizii nucleici). Dinamica proceselor chimice prebiotice s-a desfăşurat în rețele mai mult sau mai puțin complexe. Conceptul de dinamică neliniară a rețelelor chimice complexe deschide o cale nouă pentru înțelegerea rețelelor catalitice în medii închise.

Fritjof Capra (2004) surprinde faptul că, în spații închise, supuse unor fluxuri continue de energie, rețelele chimice dezvoltă procese surprinzător de apropiate de cele ale unor ecosisteme.[36] În condiții de laborator, a fost demonstrată apariția unor structuri semnificative ale ciclului biologic al carbonului. Astfel de experimente nu ne miră, atât timp cât, fiind efectuate prin simularea atmosferei prebiotice reducătoare se obțin adesea şi pigmenți porfirinici.

Sistemul membranar al bulelor capătă semnificații evolutive majore din momentul în care memoria s-a codificat în macromoleculele rețelei chimice mărginite de membrane.

Semnificația evolutivă a membranelor

Există unii biologi care consideră că membranele au avut o semnificație evolutivă mult mai mare decât li se acordă în prezent. Membranele ar putea fi considerate chiar ca generatoare ale genelor, care nu ar fi altceva decât „**ramificații**" ale membranelor. Expresia trebuie luată ca o metaforă, căci se doreşte accentuarea rolului pe care îl au membranele în fenomenul vital.

Dacă privim sistemele biologice ca fiind, într-o primă fază, organizate în jurul unui complex membranar, apare o alternativă mai credibilă pentru teoriile emise până acum. Asemenea teorii consideră că sistemele vii erau coordonate de un set repetat de interacțiuni, „**scrise**" într-

un fragment secvențial de ADN, ascuns în cromozomii ce se replicau la nesfârşit în toate celulele unui organism.

Dar, şi în cazul acestei alternative, există o problemă: cum se explică faptul că o secvență unidimensională din molecula de ADN ar putea, într-un fel, să codifice structura membranelor dintr-un organism?

Pentru a putea da un răspuns la această întrebare, ar trebui mai întâi să elucidăm structura membranelor. Structura în mozaic fluid a membranelor biologice este unanim acceptată. **Christian de Duve** (1989), laureat al Premiului Nobel, caracterizează straturile lipidice astfel: "*Straturile lipidice sunt structuri lipidice de o flexibilitate aproape nelimitată. Ele se comportă ca nişte cristale lichide bidimensionale în interiorul cărora moleculele lipidice se pot mişca liber şi se pot reorganiza aproape în orice altă formă, fără a pierde caracteristicile structurii inițiale. În plus, straturile lipidice au capacitatea de a-şi crea aranjamente stabile care în mod automat şi necesar se organizează în structuri închise, proprietate datorită căreia au capacitatea de a se combina între ele prin fuziune şi de a se divide prin fisiune, în tot acest timp păstrându-şi forma veziculară*."[37]

Din moment ce asemenea sisteme de membrane închise pot să se fi format desul de uşor în lumea prebiotică, ele ar fi dispărut probabil la fel de repede dacă n-ar fi dobândit capacitatea de a canaliza, într-un mod selectiv, fluxul de substanțe nutritive şi reziduuri prin membrană. Dar, luate ca atare, straturile lipidice sunt impenetrabile şi, după cum se ştie, în membranele celulelor transportul din exterior spre interior şi invers al substanțelor este posibil numai datorită prezenței moleculelor proteice complexe. Din această cauză, în scenariul său despre originea vieții, **Christian de Duve** nu agreează ideea formării membranei ca o primă fază.

Aici, însă, procesele chimice sunt abordate dintr-o perspectivă empirică şi ceea ce s-a bănuit a corespunde realității şi dovezilor pe care le avem sunt de natură speculativă. Ceea ce susțin este că, dintr-un anumit punct de vedere, formarea membranei a fost un pas decisiv în procesul de apariție a vieții (Hoffmeyer, 1976).

Înainte de formarea membranei n-ar fi putut exista nici o asimetrie între interior şi exterior şi deci nici un fel de comunicare între sisteme, ceea ce ne face să credem că numai datorită faptului că s-au atras reciproc, într-un proces de comunicare, sistemele prebiotice au reuşit să-şi concentreze creativitatea pentru formarea treptată a celulei. Interacțiunile simetrice, interacțiuni ce aveau loc permanent între procesele de **"creație"** şi "**interpretare**", şi-au început din acel moment activitatea (**Hoffmeyer,** 1996).

Membranele celulare nu se formează prin "**reasamblarea**" componentelor (aşa cum, fără îndoială, s-a întâmplat într-un trecut foarte îndepărtat); ele se dezvoltă continuu într-un proces homomorfic, prin introducerea altor componente în membranele existente. Modelele sunt transmise de la o generație la alta prin intermediul citoplasmei, care conține elemente specifice diferitelor membrane celulare existente în organism.

Manualele obişnuite descriu ADN-ul ca fiind cel ce guvernează comportamentul celular, sau chiar cel al întregului organism, ceea ce este oarecum derutant. **De fapt, dacă ar exista o entitate care să fie privită ca dominantă a activității celulare, atunci acea entitate ar fi cu siguranță membrana,** considera **Hoffmeyer** (1976).

ADN-ul conține informații privitoare la ordonarea lanțurilor de aminoacizi, care sunt baza enzimelor, iar printre ele se află şi enzimele care ajută la formarea componentelor straturilor lipidice. **Depinde de activitatea membranară ca aceste informații să fie transmise cu exactitate. Toate procesele majore din celule se leagă de membrane.** La procariote membrana plasmatică este formațiunea care se ocupă de transportul moleculelor şi ionilor de biosinteză, a proteinelor şi glicozidelor, de compunerea lipidelor, de comunicare (prin receptori), de transportul electronilor, de procesul fosforilării şi de transmiterea cromozomilor. În celulele mari, de tip eucariot, aceste funcții au fost preluate de structurile membranare subcelulare ale mitocondriilor, cloroplastelor, nucleului, aparatului Golgi, şi lizozomilor. Multe dintre aceste membrane, dacă nu toate, provin din membranele

celulelor procariote, care au existat cândva în trecut şi care, poate cu un miliard de ani în urmă au devenit parte integrantă a unui complex simbiotic de membrane procariote ceea ce reprezintă tocmai celula eucariotă **(Margulis**, 1981).[38]

Membranele sunt primele forme organizatoare de viață, aşa cum consideră Leo Buss (1987)**.** Informațiile necesare creşterii şi dezvoltării unui organism multicelular nu pot fi găsite în ADN, deoarece ADN-ul nu poate "*şti*" precis unde se află acestea în organism.

Asemenea informații trebuie transmise prin suprafețele comunicante ale celulelor. Morfogeneza este mai ales rezultatul interacțiunilor celulă-celulă, în care moleculele unei celule ce dețin informația le influențează şi pe cele din preajmă. Celulele animale, spre exemplu, explorează în permanență mediul ce le înconjoară prin intermediul senzorilor citoplasmatici numiți filopode, care se extind în afara celulei. "*Aceste prelungiri citoplasmatice, care contribuie la mişcările celulei, sunt dovezi ale unei activități dinamice a citoscheletului cu microfilamentele şi microtubulii săi; ele se formează şi mor (se polimerizează şi depolimerizează), continuu diminuându-se şi extinzându-se sub acțiunea calciului*" scrie **Brian Goodwin**.[39]

Atunci, care este rolul ADN-ului conform acestei scheme inversate? Răspunsul la această întrebare are de-a face cu trecerea timpului. Apariția genelor a creat o reacție între membrane şi timp, pentru că permiteau un nou fel de repetiție. În loc să se dezvolte într-o formă nedeterminată, membranele au ajuns la o stare de permanență semiconservativă, numai semiconservativă pentru că, la fel ca şi documentele scrise înainte de **Guttenberg,** erorile s-au acumulat de-a lungul generațiilor. "*Dacă mi s-ar permite să exprim această idee printr-o metaforă, aş spune că ADN-ul este floarea membranei. Din membranele prebiotice au apărut, la un moment dat, ramificații colaterale, sub forma ADN-ului. Aceste ramificații au rolul de a transmite mediului înconjurător şi nu mai puțin generațiilor următoare modul lor de dezvoltare*".[40]

Ar trebui să observăm, în această privință, că expresia *"mutație favorabilă"* atât de importantă pentru teoria darwinistă, nu este altceva decât timpul vizualizat prin rezultate.

Dacă determinismul genetic absolutizează rolul acizilor nucleici în transmiterea eredității şi chiar în esențializarea fenomenului vital, noile concepte încep să deschidă căi noi pentru înțelegerea fenomenelor vitale.

După cum conchide **Fritjof Capra** (2004), dezvoltarea globală a vieții s-ar desfăşura de-a lungul a trei magistrale:[41]

1. Mutația aleatorie a genelor;

2. Transmiterea liberă a trăsăturilor ereditare prin intermediul rețelei globale;

3. Evoluția prin simbioză, care are o semnificație deosebită în crearea unor noi forme de viață.

Dacă vom analiza profund ultimele două căi menționate de **F. Capra,** vom descoperi două noi concepte, care îşi fac loc în interpretarea fenomenelor vitale. Teoriile noi, între care cea a structurii rețelei epigenetice autopoietice şi cea a structurilor disipative, schimbă radical echilibrul dintre structurile informaționale genetice şi rețeaua globală a vitalului.

O nouă cale, care nu a fost neglijată doar de **Darwin**, ci şi de reprezentanții T.S.E. şi chiar ai altor teorii clasice şi moderne, este evoluția prin simbioză. **Lynn Margulis** îi surprinde dimensiunile şi o introduce ca pe o magistrală a evoluției, iar **Lima de Faria** o plasează între factorii evoluției.

Fără a exagera, credem că, în ceea ce priveşte noile concepte asupra fenomenelor vitale, suntem abia la început de drum.

Ereditate şi variabilitate

Între factorii evoluției, **Darwin** plasează la loc de frunte ereditatea şi variabilitatea. Ereditatea asigură transmiterea caracterelor la urmaşi, deci menținerea unor caractere în generații, ceea ce prezintă o semnificație

deosebită în promovarea stabilității genetice. Variabilitatea face posibilă apariția noului şi, prin aceasta, modificarea organismelor, deci evoluția. Fără variabilitate nu putem vorbi de evoluție, însă variabilitatea nu se poate manifesta fără o anumită labilitate a eredității. Dacă prin ereditate am înțelege procesul prin care anumite caractere ale părinților se transmit întocmai la urmaşi, deci o transmitere absolut fidelă, atunci nu ar mai fi loc pentru variații şi n-am mai vorbi de evoluție, adică de transformarea organismelor. **Darwin** sesizează acest aspect şi surprinde faptul că ereditatea are o anumită labilitate, în sensul că permite apariția unor variații.

Deşi **Darwin** a elaborat unele legi ale variabilității şi ale transmiterii caracterelor ereditare, el nu avea cum să intuiască mecanismele intime ale acestor procese. Teoria Sintetică a Evoluției (T.S.E.), deci postneodarwinismul, elucidând structura genelor şi apariția variațiilor (adică a mutațiilor), a descoperit mecanismele intime ale transmiterii informației genetice în aşa fel încât să se asigure stabilitatea organismelor - pe de o parte, şi schimbarea - pe de altă parte.

Secretul îl reprezintă structura materialului genetic, în speță a genelor, responsabile de transmiterea informației ereditare. Elucidarea structurii şi a rolului genelor în transmiterea caracterelor ereditare a condus la conceptul de **determinism genetic**, care domină cu autoritate genetica contemporană. Acizii nucleici (ADN şi ARN), prin complexul de gene (structurale, operatoare şi reglatoare), elucidează toate căile şi mecanismele stabilității şi schimbării organismelor. Fidelitatea extremă, care se află la originea stabilității genetice, este o consecință a structurii ADN-ului şi a modului său de replicare. Rolul acizilor nucleici a fost atât de mult supradimensionat, încât rolul altor factori şi în primul rând al complexei rețele de enzime a fost de-a dreptul minimalizat, ajungându-se astfel la un accentuat reducționism.

Noua viziune asupra evoluției, care pune accentul pe procesul de autoorganizare a vieții, ne atrage atenția asupra unor aspecte deosebit de interesante.

Fidelitatea cu care se asigură transmiterea informației genetice nu este dată doar de structura şi funcțiile acizilor nucleici. În primul rând, ei nu funcționează izolat, ci numai prin intermediul unui complex enzimatic. Astfel, pentru replicarea propriei molecule (funcția autocatalitică), cât şi pentru sinteza proteinelor (funcția heterocatalitică), molecula de ADN are nevoie de enzime. Fiecare pas al algoritmului care asigură replicarea moleculelor de ADN sau al procesului de sinteză a proteinelor este nu numai facilitat, dar şi controlat de enzime.

Un anumit tip de enzimă provoacă desfăşurarea celor două catene ale moleculei de ADN pentru a se putea copia informația, în timp ce alte enzime nu permit reunirea catenei în timpul copierii informației; un complex de enzime selectează elementele genetice concrete pentru formarea catenelor noi în procesul de replicare sau de formare a moleculei de ARN mesager în procesul de sinteză a proteinelor; unele enzime verifică acuratețea bazelor selectate, în timp ce tipuri speciale de enzime corectează nepotrivirile sau repară rupturile apărute în aceste structuri. Un sistem complex de enzime asigură monitorizarea, corectarea, reparațiile, înlăturând erorile din timpul procesului de autoreplicare a moleculei de ADN. Această complexă rețea funcțională pare incredibilă, însă ea reprezintă o realitate. Fără acest sistem enzimatic, copierea informației genetice s-ar realiza cu grave şi multiple erori, ceea ce nu înseamnă că în acest proces, monitorizat de o astfel de rețea autoorganizatoare, nu pot apare erori. Frecvența erorilor, deci a mutațiilor apărute în timpul copierii informației genetice, este de una la zece miliarde. Fără sistemul enzimatic, frecvența erorilor ar fi de una la 100 de nucleotide.

Deducem de aici că stabilitatea genetică şi schimbul nu sunt determinate doar de acizii nucleici, ci reprezintă o proprietate emergentă a întregii rețele celulare. De altfel, când o celulă se divide, nu se copie şi se transmit doar moleculele de ADN nuclear, ci întreaga rețea de enzime, de membrane şi de multiple alte structuri.

Aşadar, transmiterea fidelă a informației genetice este asigurată de întregul complex funcțional. Cum rămâne atunci cu labilitatea eredității?

Spre surprinderea cercetătorilor, datele acumulate probează că fidelitatea copierii ADN-ului nu este întotdeauna maximalizată.

„*Se pare că există mecanisme care generează în mod activ erori de copiere, relaxând unele procese de monitorizare. Mai mult decât atât, se pare că locul şi momentul când ratele mutațiilor sunt mărite, ele ajung să depindă atât de organismul în sine, cât şi de condițiile în care acesta se găseşte.*"[42]

Acest mod de a gândi şochează. Astfel de idei puteau fi, pe bună dreptate, considerate eretice. Totuşi, noul concept de interpretare a structurilor vitale pare să se sprijine pe existența unor realități. Dacă T.S.E. pune accentul pe hazard în evoluția organismelor, **noul concept consideră că mutațiile pot fi generate de rețeaua epigenetică a celulei:** „*Noile descoperiri din genetică îi vor forța pe biologi să adopte viziunea radical diferită conform căreia mutațiile sunt generate şi regularizate în mod activ de rețeaua epigenetică a celulei, şi că evoluția este o parte integrantă a autoorganizării organismelor vii.*"[43]

Cercetările microbiologice par să confirme această nouă viziune asupra evoluției. Mutațiile stau, cu siguranță, la baza schimbărilor evolutive, însă un rol important îl prezintă şi transferul de gene între speciile de bacterii şi procesul de simbioză. Procesul de simbioză pare a fi mult mai important decât a fost considerat până acum. Cercetările privind genomul uman au dezvăluit că multe dintre genele omului sunt de natură bacteriană.

Astfel de cercetări produc o adevărată revoluție în gândirea biologică evoluționistă. Trecerea de la accentul pus de T.S.E. pe **hazard şi necesitate** la acceptarea conceptului conform căruia *schimbarea evolutivă este o manifestare a autoorganizării vieții* ***reprezintă o adevărată revoluție în gândirea biologică.***

Mai mult decât atât: „*Deoarece concepția sistemică despre viață identifică activitatea*

autoorganizatoare a organismelor vii cu cunoaşterea, aceasta înseamnă că, în ultimă instanță, evoluția trebuie văzută ca un proces cognitiv."[44]

Ideea conform căreia evoluția este un proces cognitiv ni se pare cea mai revoluționară ipoteză a evoluționismului. Ideile care probează că lumea materială este inteligent organizată au pătruns pe furiş atât în gândirea biologică cât şi în cea filosofică. Însă teoria conform căreia evoluția este un proces cognitiv este şi mai profundă, susținând şi concepția că viața tinde mereu către noutate.

După Gregory Bateson (1979), structura minții şi structura naturii sunt, fiecare, reflecția celeilalte, iar mintea şi natura sunt într-o necesară unitate.

Mintea este o consecință a unei anumite complexități structurale, care începe să se manifeste încă înainte ca organismele să dezvolte un creier şi un sistem nervos superior.

Ceea ce pare de-a dreptul şocant este convingerea lui **Gregory Bateson** că unele caracteristici mentale nu sunt proprii doar organismelor individuale, aşa cum pare să demonstreze gândirea cartesiană, ci şi unor sisteme sociale şi chiar ecosistemelor. Deci, mintea este imanentă nu numai în corp, ci şi în traseele şi în mesajele din afara corpului.[45]

Genele şi rolul rol

În istoria dezvoltării geneticii, genele au fost privite în chip diferit. Au fost considerate responsabile de transmiterea caracterelor somatice şi funcționale ale organismelor. Relația **o genă – un caracter** a dominat o vreme gândirea genetică. Situația a fost depăşită de o nouă dogmă: **o genă - o enzimă**. Treptat, s-a ajuns la ceea ce numim determinism genetic, conform căruia **genele determină comportamentul**. Pe determinismul genetic se bazează ingineria genetică şi biotehnologia. S-a considerat astfel că este suficient să cunoaştem succesiunea bazelor în molecula de ADN pentru a putea explica apariția

cancerului, valoarea inteligenței umane şi comportamentul violent. Elucidarea structurii acizilor nucleici a făcut posibilă dezvoltarea exponențială a geneticii, apariția biologiei moleculare şi a speranței de a citi tot mai mult din **„cartea vieții"**: Se pare însă că focalizarea exclusivă asupra genelor a pus în umbră organismul cu întreaga sa structură funcțională. Se pune accentul pe o simplă colecție de gene, chiar dacă aceasta este numită **„constelație de gene"**. S-a ajuns la paroxism prin separarea genomului de somă. Pe bună dreptate, **Richard Strohman** (1997) afirma că: „*extinderea nelegitimă a unei paradigme genetice, de la un nivel simplu de codare şi decodare genetică, la un nivel complex de comportament celular reprezintă o eroare epistemologică de prim ordin.*"[46]

Dogma: **o genă – o proteină** a căzut în dizgrație. De ce? Cercetările au probat că, la organismele superioare, genele structurale pot da naştere la mai multe tipuri de proteine, nu doar unei singure proteine. Cum este posibil acest lucru?

Genele sunt formate din exoni şi introni, deci din secvențe codificate şi secvențe repetitive, necodificate. Se pare că ADN-ul codificat se găseşte într-un procentaj foarte mic la unele organisme (1-2%), restul fiind necodificat, putând fi aşadar considerat deşeu.

ADN-ul noninformațional, sau necodificat, se menține în peisajul genetic al fiecărei specii. El nu reprezintă doar un deşeu genetic, aşa cum se mai crede încă, deşi nu ştim ce funcție îndeplineşte. Cercetările desfăşurate cu ocazia cartografierii genomului uman au probat că secvențele necodificate din ADN ar putea contribui la regularizarea unor activități genetice.

Când informația genetică este copiată pentru sinteza unei proteine, se formează ARNm. Acesta copie gena cu întreaga sa structură (exoni şi introni). ARNm trebuie să se matureze, adică să-şi restrângă intronii şi să asambleze exonii pentru a-i expune în vederea citirii şi asamblării aminoacizilor în proteine. Ceea ce nici măcar nu se bănuia este faptul că dispunerea exonilor şi formarea unor modele de editare pot fi făcute în moduri diferite. Prin

îmbinări variate, exonii oferă posibilitatea obținerii unor proteine diferite (până la câteva zeci sau sute). Aceasta înseamnă că principiul: **o genă - o enzimă** nu mai este de actualitate.

Ce mai putem înțelege de aici? Nu cumva faptul că în sinteza proteinelor domneşte haosul? Nicidecum. „*O altă surpriză recentă a fost descoperirea că dinamica regularizatoare a rețelelor celulare determină nu numai ce proteină va fi produsă dintr-o anumită genă fragmentată, ci şi cum va funcționa acea proteină. Se ştia de ceva vreme că o proteină poate funcționa în multe moduri diferite, depinzând de context. Acum, savanții au descoperit că structura tridimensională complexă a unei molecule de proteină poate fi schimbată printr-o varietate de mecanisme celulare şi că aceste schimbări alterează funcția moleculei*".[47]

Iată deci că una şi aceeaşi genă poate controla sinteza mai multor tipuri de proteine, chiar cu funcții diferite. Controlul acestei sinteze este determinat nu atât de genă, cât de dinamica celulară, de rețeaua epigenetică a celulei.

Genele structurale au rolul de a permite sinteza unor enzime sau a unor proteine structurale. Ne întrebăm adesea care sunt structurile ce controlează sinteza proteinelor şi, mai mult decât atât, le canalizează pe direcția necesară? Aceste structuri sunt reprezentate de rețeaua epigenetică a celulei.

Găsim aici răspunsul la numeroase probleme cruciale de biologie, în special din domeniul morfogenezei.

Genele şi morfogeneza organismelor

Orice metazoar porneşte de la o singură celulă – **celula-ou** sau zigotul**.** Prin diviziuni mitotice se formează toate celulele corpului. Asta înseamnă că toate celulele corpului au absolut aceleaşi gene, aceeaşi informație genetică. Cum se face atunci că celulele corpului suferă diferențieri structurale şi funcționale atât de radicale (celule osoase, nervoase, musculare, leucocite, eritrocite etc.)?

Faptul că celulele se diferențiază atât de mult se datorează posibilității ca, din totalitatea constelației de gene, unele să fie activate, iar altele blocate, în mod diferit de la un tip de celulă la altul. Genele sunt cuplate sau decuplate în funcție de interesele celulei, ale organismului şi chiar ale speciei.

Dacă una şi aceeaşi genă poate determina sinteza a zeci şi chiar sute de tipuri de proteine, atunci trebuie să înțelegem că întreaga constelație de gene formează o rețea funcțională incredibil de complexă.

Dacă rămânem uimiți de similitudinile surprinzătoare dintre genomurile oamenilor şi ale cimpanzeilor şi, mergând mai departe, chiar până la genomul şoarecilor, nu trebuie să ne supărăm, ci să înțelegem că deosebirile constau mai ales în tiparele de expresie ale genelor. Nu putem înțelege cu adevărat acest lucru dacă nu aplicăm şi aici înțelegerea că rolul rețelei epigenetice reprezintă ceva mai mult decât genomul. Au fost chiar identificate o serie de structuri celulare implicate în controlul expresiei genelor. Ne gândim aici la unele proteine structurale, hormoni, rețele de enzime şi multe alte complexe moleculare.

Există un pericol ce pare să planeze în prezent asupra gândirii biologice, acela de a minimaliza rolul acizilor nucleici în transmiterea informației genetice şi în înțelegerea emergenței vieții. Se acreditează tot mai mult ideea că programul pentru activarea genelor şi pentru unele mecanisme de reglaj nu rezidă în genom, ci în rețeaua epigenetică. Această rețea ar avea un înalt grad de nelinearitate şi ar prezenta numeroase bucle de feed-back, ceea ce ar permite schimbarea necontenită a tiparelor genetice, ca răspuns la schimbarea condițiilor de mediu.[48]

Această idee pare a fi contrară gândirii sintetice, conform căreia organismele nu sunt supuse controlului direct al mediului. Pornind de la observațiile care probează că mutațiile nu ar fi induse în mod direct de mediu, T.S.E. nu acceptă influența directă a mediului. Una şi aceeaşi mutație nu poate fi obținută de două ori în condiții cvasiidentice. Şi totuşi, unele mutații apar atunci când trebuie, şi pe direcția necesară, de parcă ar fi provocate.

Ar trebui să înțelegem că apariția lor este rodul rețelei epigenetice care, prin capacitatea de auto-organizare asigură nu numai longevitatea, ci şi emergența sistemului.

Trebuie să înțelegem că ADN-ul rămâne o parte esențială a rețelei epigenetice, poate cea mai importantă, dar nu singura. „*Forma şi comportamentul biologic sunt proprietăți emergente ale dinamicii neliniare a rețelei, şi ne putem aştepta ca înțelegerea noastră asupra acestor procese de emergență să sporească semnificativ atunci când teoria complexității va fi aplicată noii discipline a „epigeneticii*"".[49]

Este cunoscut faptul că una şi aceeaşi genă poate prezenta **penetranță** şi **expresivitate genetică**, în funcție de constelația de gene în care se găseşte, deci în funcție de interrelațiile dintre gene. Acum vom mai adăuga: şi în funcție de întreaga rețea epigenetică. Deci, exprimarea genelor depinde de mediul genetic şi de cel celular. Exprimarea unei gene se poate modifica atunci când este introdusă într-un mediu nou.

O dată înțelese în profunzimea lor, toate aceste aspecte pot avea o semnificație deosebită pentru practica medicală. Multe experimente efectuate pe şoareci, în vederea eradicării unor maladii ce afectează populația umană, trebuie să aibă în vedere faptul că, adesea, genele asociate cu bolile şoarecilor pot să nu evidențieze astfel de asocieri la oameni. În practica medicală şi, mai ales, în ingineria genetică trebuie să se țină cont de următoarele aspecte:

- expunerea genelor depinde de mediul genetic, dar şi de întreaga rețea epigenetică;
- genele pot avea efecte multiple; unele efecte indezirabile, ce pot fi reprimate la o specie, ar putea fi clar exprimate la o altă specie;
- numeroase trăsături (structurale sau funcționale) sunt rezultatul interacțiunii unui complex de gene care se pot găsi pe cromozomi diferiți.

Teoria complexității sistemelor biologice elucidează multiple aspecte care apar în procesul dezvoltării biologice.

Este impresionantă capacitatea de diferențiere a celulelor în corpul unui embrion. Deşi celulele au absolut aceeaşi informație genetică (acelaşi număr de gene), ele se diferențiază morfo-funcțional cu o viteză şi o precizie incredibile. Dacă în timpul embriogenezei apar unele accidente majore, embrionul îşi poate continua dezvoltarea, depăşind dificultățile apărute. Este ca şi cum cineva ştie ce s-a întâmplat şi reuşeşte să restabilească echilibrul. Care sunt structurile ce percep situația creată şi reuşesc să redreseze echilibrul? Genele? Genele au o încărcătură informațională penibil de săracă. Ele nu ştiu decât să indice ordinea în care trebuie să fie asamblați aminoacizii în structura proteinelor structurale şi a enzimelor.

Hans Driesch (1986) a făcut numeroase experimente pe embrioni de arici de mare. Dacă în primele faze ale embriogenezei sunt extrase unele celule din morulă sau din blastulă, dezvoltarea embrionului continuă şi se poate forma un arici de mare normal, e drept, ceva mai mic. Acelaşi lucru se întâmplă dacă se extrag unele gene, chiar dintre cele considerate esențiale.

Desigur, aceste aspecte sunt incompatibile cu determinismul genetic.

Cum se explică extraordinara stabilitate şi robustețe a dezvoltării embrionare? Este ca şi cum un embrion ar putea începe edificarea organismului din diferite stadii ale embriogenezei.

Cercetări recente par a aduce argumente plauzibile care demonstrează că ar exista trasee genetice şi căi metabolice funcționale redundante. Se pare că toate celulele conțin căi multiple, nu numai pentru producerea structurilor celulare esențiale, ci chiar şi posibile informații asupra căilor prin care se poate realiza edificarea organismului. Această redundanță asigură nu numai remarcabila stabilitate a dezvoltării biologice, ci şi o mare flexibilitate şi adaptabilitate la schimbările neaşteptate ale mediului.[51]

Studiul sistemelor complexe dezvăluie aspecte surprinzătoare. Redundanța genetică şi metabolică poate fi considerată ca echivalentul biodiversității din ecosisteme.

Trebuie să înțelegem că viața a dat naştere unei ample diversități şi redundanțe la toate nivelurile de complexitate.

Teoria sistemică postulează faptul că heterogenitatea este o caracteristică a tuturor sistemelor materiale, cu atât mai mult a celor biologice. Pare de neînțeles faptul că, la cele peste şase miliarde de ființe umane care populează azi Terra, se găsesc în stare funcțională circa cinci milioane de tipuri de hemoglobină. Dintre acestea, doar 300 de tipuri provoacă hemoglobinopatii. De ce o atât de mare variabilitate? De ce răşinoasele produc atât de mult polen încât, adesea, se formează aşa-numiții „**nori de pucioasă**", care sunt nori de granule de polen? Aceste aspecte reprezintă o strategie a vitalului pentru a-şi asigura perenitatea şi emergența. Redundanța căilor biologice, prin care se asigură edificarea organismului în embriogeneză, intră în acest tip de strategie a vieții. **Redundanța ne apare, aşadar, drept o caracteristică esențială a tuturor rețelelor epigenetice.** Înțelegerea acestui fapt ne este asigurată de teoria complexității, de ceea ce numim dinamica neliniară a sistemelor complexe.

„*În limbajul teoriei complexității, procesul de dezvoltare biologică este văzut ca desfăşurarea continuă a unui sistem neliniar, la fel cum embrionul se formează prin extinderea unui domeniu de celule*".[52]

Foițele embrionare (ectodermul, endodermul şi mezodermul) au anumite proprietăți dinamice. Ele suferă o succesiune de plieri şi deformări algoritmice, care vor conduce la formarea organelor. Nimic nu se desfăşoară întâmplător, iar diferențierea morfo-funcțională a celulelor se realizează cu o exactitate matematică, nu numai în funcție de foița embrionară din care fac parte, ci şi de poziția exactă în structura embrionului şi de relațiile spațiale care se stabilesc între ele. După cum remarca **F. Capra** (2004)**:** „*întregul proces poate fi reprezentat matematic printr-o traiectorie în „spațiul fazelor", deplasându-se în interiorul unui „bazin de atracție" către un „atractor" care descrie funcționarea organismului în forma sa adultă stabilă*".[53]

Ce trebuie să deducem de aici? În primul rând, că stabilitatea este o caracteristică a sistemelor complexe. Chiar dacă anumite condiții inițiale ale sistemului sunt perturbate, într-o oarecare măsură, sistemul îşi poate continua dezvoltarea fără a suferi modificări esențiale.

Aceste aspecte nu pot fi explicate prin prisma determinismelor genetice, ele fiind o consecință a unei proprietăți fundamentale a sistemelor neliniare complexe.

Statutul genelor poate fi esențial modificat în lumina teoriei complexității sistemelor biologice.

Conform acestei teorii, genele nu sunt agenții cauzali ai fenomenelor biologice, aşa cum consideră determinismul genetic. **Se consideră că genele sunt secvențe continue sau discontinue de ADN, a căror funcție şi structură, determinate de dinamica rețelei epigenetice, se pot schimba o dată cu condițiile ambientale.**

W. Gelbeat (1986)[54] consideră că s-a ajuns în situația în care gena poate conduce în viitor la alterarea înțelegerii corecte a genomului, iar **Evelyn Fox Keller** (2000)[55] ajunge la concluzia că supremația genei rămâne o trăsătură a secolului al XX-lea. Trebuie să se depăşească conceptul actual de genă şi să se adopte perspectiva epigenetică a fenomenului vital.

Noul concept deschide o orientare diferită în ceea ce priveşte tratarea bolilor genetice şi biotehnologia. În primul rând, cele mai multe dintre boli nu sunt provocate de disfuncția unei singure gene. De asemenea, se acumulează tot mai multe date care probează că genele asociate cu bolile şoarecilor nu evidențiază astfel de asocieri la oameni. În această situație, şoarecii sau alte animale nu trebuie luate ca model pentru studierea şi tratarea bolilor umane.

VIAȚA ŞI MOARTEA ÎN CONCEPȚIA TEORIEI SISTEMICE A EVOLUȚIEI

Teoria sistemică a evoluției abordează studiul sistemelor materiale din punctul de vedere al relațiilor şi integrărilor subsistemelor componente şi pune accentul pe principiile de bază ale organizării. Se descoperă astfel că activitatea sistemelor implică un proces cunoscut sub numele de **tranzacție,** care reprezintă interacțiunea simultană şi reciproc interdependentă dintre mai multe componente.[56]

Teoria sistemică se apropie de **Teoria matricei S** din fizică, care abordează studiul particulelor după modelul **bootstrap** (prin forțe proprii, prin sine), conform căruia natura nu poate fi redusă la unități fundamentale, adică la cărămizile fundamentale ale materiei, ci trebuie înțeleasă în integralitatea sa, prin coerența cu sine însăşi.

G.T. Chew (1968) fundamentează teoria **bootstrap**, prin care încearcă să explice structura funcțională a materiei la nivel subatomic. Conform acestei teorii, lumea nu este formată din entități separate, ce funcționează ca stat în stat. Lumea subatomică ne apare ca o țesătură dinamică de evenimente şi structuri aflate în interacțiune. Structura subatomică nu trebuie concepută ca având la bază „cărămizi" fundamentale, particule solide aflate în mişcare, ci un câmp în care totul se află în mişcare şi interrelație. Particulele elementare reprezintă condensări pasagere ale câmpului.[57]

Se probează că realitatea cuantică este desprinsă de spațiu şi timp (trecut, prezent şi viitor), fără înainte şi după, fără sus sau jos. Totul reprezintă o ordine înfăşurată, care devine perceptibilă pe măsură ce se desfăşoară. Ceea ce se poate percepe este întregul, este rețeaua în continuă mişcare şi regenerare.

Conform acestui concept, proprietățile unei părți rezultă din interacțiunile cu celelalte părți şi cu întregul, lumea fiind o entitate coerentă, fiecare parte fiind corelată cu toate celelalte.

Teoria **bootstrap** se aplică perfect în înțelegerea organismelor pluricelulare, în care celulele nu sunt izolate, ci funcționează în comuniune unele cu altele şi cu întregul. Celulele nu numai că se găsesc într-o veşnică activitate, dar sunt şi într-o veşnică înlocuire prin naşteri şi morți celulare, asigurând astfel întregului unitate şi coerență.

Cine vrea să înțeleagă structura şi funcționalitatea sistemului nervos punând accentul doar pe celulele nervoase nu se va ridica niciodată la înțelegerea reală a activității cerebrale. Rețeaua fabuloasă făcută de miliardele de celule nervoase şi din prelungirile axonice şi dendritice, cu nesfârşite sinapse nu funcționează decât ca un întreg. Importanță nu au atât celulele nervoase prin corpul lor celular, nu atât prelungirile neuronale şi legăturile sinaptice, cât dinamica evenimentelor care se desfăşoară cu viteze exorbitante în această rețea globală.

Nu poți privi o rețea trofică specifică unui ecosistem decât ca o rețea uriaşă în care fiecare specie depinde de fiecare.

La toate aceste niveluri guvernează non-separabilitatea, în care funcționalitatea coerentă a întregului este fundamentală.

Plasticitatea şi flexibilitatea internă a sistemelor vii sunt controlate de relațiile dinamice ale părților componente, ceea ce dă naştere unor proprietăți caracteristice, care definesc principiul dinamic al autoorganizării.

Sistemele vii sunt capabile de autoorganizare, ceea ce înseamnă că structura şi funcționarea lor nu este impusă de mediu, ci reprezintă o consecință a propriei organizări. În unul şi acelaşi mediu trăiesc ființe foarte mult diferențiate structural şi funcțional.

„*Sistemele cu autoorganizare prezintă un anumit grad de autonomie; de exemplu, aceste sisteme tind să îşi stabilească propriile dimensiuni vii în conformitate cu principiile lor interne de organizare, independent de influențele din mediu*".[57]

Desigur, influența mediului nu poate fi exclusă; totuşi, mediul nu influențează organizarea internă a organismelor

în mod direct, aceasta fiind o consecință a autoorganizării lor.

Autoorganizarea sistemelor vii se manifestă prin autoreînnoire şi autotranscendență continue. Autoreînnoirea trebuie văzută drept capacitatea sistemelor vii de a-şi înlocui (recicla) în mod permanent componentele, iar autotranscendența, drept potența organismelor de a se extinde în mod creativ dincolo de limitele fizice şi mentale în procesul de învățare, dezvoltare şi evoluție.[59]

Sistemele cu autoorganizare au o anumită autonomie. Organismele trăiesc într-un anumit mediu, realizează o interrelație cu mediul, însă trebuie să aibă un grad de libertate față de acesta. Libertatea sau autonomia organismelor este relativă şi depinde de complexitatea lor, ceea ce înseamnă că ea se manifestă cel mai pregnant la organismele superioare.

Sistemele vii sunt sisteme deschise, metabolismul fiind caracteristica lor fundamentală. Prin metabolism înțelegem schimbul permanent de substanțe şi energie între organism şi mediu. Acest schimb realizează un echilibru dinamic sau o stare de nonechilibru. Starea de nonechilibru este benefică şi firească pentru un sistem capabil de autoorganizare. Sistemele cu autoorganizare şi cu o stare departe de echilibru prezintă un înalt grad de stabilitate.

Stabilitatea este asigurată în pofida schimburilor şi a înlocuirilor continue ale părților componente ale structurii. **Ilya Prigogine** (1997) a denumit aceste structuri ca fiind **disipatoare**. Ele îşi păstrează şi dezvoltă structura prin descompunerea şi schimbarea altor structuri în procesul metabolic. În structurile disipative, dinamica autoorganizării se prezintă în forma sa cea mai simplă manifestând multe din fenomenele caracteristice vieții: autoreînnoirea, adaptarea, evoluția şi, chiar, o formă primitivă de „**procese mentale**".[60]

Oricât s-ar reînnoi ființele vii, ele ajung, treptat, la epuizare (îmbătrânire) şi apoi mor. Pentru a supraviețui, specia are nevoie de o „super-reparație", ceea ce se traduce prin înlocuirea organismelor uzate cu altele mai

tinere, prin fenomenul de reproducere. Reproducerea devine, aşadar, o caracteristică a fiinţelor vii.

O altă caracteristică importantă a organismelor vii este adaptarea la un mediu aflat în continuă schimbare. Adaptarea se poate realiza prin mecanisme diferite: modificări adaptative la stres, modificări somatice, adaptarea speciilor în evoluţie.

Teoria sistemică ne-a schimbat conceptul de organism. Noţiunea de organism independent este discutabilă. Din punct de vedere fizic, individul este bine şi perfect delimitat, integralitatea sa fiind evidentă. Existenţial însă, organismul nu poate fi desprins de mediul său de viaţă. „*Fiind sisteme deschise, organismele vii se menţin vii şi funcţionale prin intermediul unor tranzacţii intense cu mediul în care trăiesc, mediu care, la rândul său, constă parţial din organisme. Astfel, întreaga biosferă – sistemul nostru ecoplanetar – este un păienjeniş de forme vii şi neînsufleţite, păienjeniş dinamic şi cu un înalt grad de integrare. Chiar dacă acest păienjeniş prezintă mai multe niveluri, la toate nivelurile există tranzacţii şi interdependenţe*".[61]

Fritjof Capra (2004) ţine să ne convingă de faptul că organismele pot fi, la rândul lor, ecosisteme complexe, adăpostind în corpul lor multe specii de microbiote. Delimitările dintre organisme şi mediul lor de viaţă sunt greu de realizat: „*Unele organisme pot fi considerate organisme vii numai atunci când se află într-un anumit mediu; altele aparţin unor sisteme mai mari care se comportă ca un organism autonom într-o măsură mai mare decât o fac componentele lor individuale; în sfârşit, altele colaborează pentru a construi structuri ample ce devin ecosisteme în care vieţuiesc sute de specii*".[62]

Conceptul se poate aplica şi animalelor sociale. Organismele se integrează în mod armonios în mediul de viaţă. Mediul este prelucrat de organisme în aşa fel încât acesta să devină favorabil existenţei lor. Unitatea dintre factorii biotici şi cei abiotici dintr-un ecosistem face ca întregul sistem să fie unitar şi funcţionabil. Recifii de corali se comportă asemenea unui organism uriaş în care

componentele vii şi cele fără de viaţă se intercondiţionează reciproc. În acelaşi mod putem interpreta unele animale coloniale şi sociale: muşuroaiele de furnici, termitierele isopterelor şi chiar stupii albinelor pot fi considerate sisteme organismice.

„*Albinele şi furnicile sunt incapabile să supravieţuiască în condiţii de izolare, dar atunci când se află în număr mare acţionează aproape identic celulelor unui organism complex, beneficiind de inteligenţă colectivă şi de posibilităţi de adaptare superioare pe departe celor de care beneficiază membrii individuali ai coloniei. Acest fenomen, care constă în gruparea animalelor pentru a forma sisteme organismice ample, nu este limitat la insecte, ci poate fi remarcat şi la câteva alte specii, incluzând, fireşte, specia umană*".[63]

Speciile nu trăiesc izolat. Ele fac parte dintr-o biocenoză, deci aparţin aceluiaşi ecosistem. Interrelaţiile dintre specii devin foarte complexe atunci când se realizează fenomenul de simbioză, mult mai răspândit în natură decât s-a crezut. Astfel, s-a constatat că numeroase specii de organisme considerate specii bine conturate sunt, de fapt, formate din conviețuirea a numeroase specii ce trăiesc în simbioză. Termitele nu pot fi confundate cu alte specii şi pot fi perfect delimitate din punct de vedere sistematic şi taxonomic. Totuşi, ele nu pot supraviețui fără numeroasele specii de bacterii, ciuperci şi de flagelate cu care trăiesc în simbioză şi care le asigură hrănirea cu lemn (realizând degradarea celulozei).

Dacă vom accepta fără rezerve teoria endosimbiotică a lui **L. Margulis** privind originea organitelor cu membrana dublă (mitocondrii, plastide) ale celulelor eucariotelor, atunci vom realiza cu adevărat dimensiunile simbiozei în lumea vie. Pe bună dreptate afirmă **Lewis Thomas** (1975) că: „*nu există fiinţe solitare. Fiecare creatură este, într-o anumită măsură, conectată cu restul şi dependentă de restul*".[64]

Tendinţa de asociere a organismelor devine din ce în ce mai evidentă, mai mult decât atât, tendinţa de viețuire a unui organism în interiorul altuia şi de cooperare

între organisme diferite reprezintă o caracteristică esențială a organismelor vii.

Dacă unele organisme reprezintă, în esența lor, adevărate ecosisteme, descoperim acum că ecosistemele se comportă asemenea organismelor, fiind sisteme caracterizate prin autoorganizare, autoreglare şi cu autoreînnoire continuă. Autoreînnoirea se realizează prin fluctuațiile periodice ale populațiilor (schimbări numerice ale populațiilor şi chiar înlocuirea unora cu altele).

Este ca şi cum fiecare organism ar fi un sistem autonom, însă în acelaşi timp o componentă a unui organism mai mare, un **holon**, după cum consideră **Arthur Koestler** (1978).[65] Un holon manifestă proprietățile independente ale unui întreg, dar şi proprietățile dependente ale părților componente. De aici putem deduce că ordinea, la un anumit nivel al sistemului, este consecința autoorganizării la un nivel superior, mai cuprinzător.[66]

Sistemele biologice au o structură ierarhică. Putem identifica aşa-numitele nivele de integrare: *celule – țesuturi – organe – sisteme de organe – organism* şi nivelele de organizare: *populație (specie), biocenoză, biosferă*. **Tendința sistemelor vii de a forma structuri cu mai multe niveluri este consecința autoorganizării**. Această organizare are aspectul unui arbore. Aşa cum un arbore intră în interacțiune cu mediul, tot aşa şi sistemul ierarhic al unui organism intră în interacțiune cu mediul la toate nivelurile sale. Arborele, care reprezintă organismul în întregul său, este conectat la sisteme mai complexe: sistemul social şi sistemul ecologic.

Stratificarea sistemelor biologice oferă un avantaj în evoluție. Astfel, ne putem explica de ce sistemele vii cu mai multe niveluri sunt mai răspândite în natură.

Structura stratificată a sistemelor biologice oferă posibilitatea autoreparării şi autoreînnoirii acestora şi ne uşurează înțelegerea fenomenului morții. Edificarea organismului unui animal pluricelular se realizează pe seama morții şi a naşterii celulelor. Celulele sunt înlocuite după o perioadă de uzare. Celulele îşi conjugă acțiunea în

realizarea funcțiilor țesuturilor, a organelor şi a organismului în întregul său. Relațiile de simbioză, de întrajutorare, sunt dominante. Moartea unor celule nu este rezultatul unei lupte pentru existență de tip darwinian. Celulele care mor îşi comandă moartea, fenomen numit **apoptoză celulară**. Fătul uman prezintă în primele luni coadă. Aceasta însă se resoarbe. Resorbția se realizează prin moartea celulelor şi dispariția lor. Moartea acestor celule este rezultatul unui proces de sinucidere celulară. Viața se îngemănează cu moartea. De la naştere până la moarte, organismul uman îşi schimbă componentele celulare, rămânând, totuşi, aceeaşi entitate. Ecosistemele sunt, de asemenea, sisteme deschise cu structură stratificată. Edificarea lor se bazează pe acelaşi principiu al reînnoirii permanente. Şi aceste structuri au la bază îngemănarea vieții şi a morții. Desigur, într-o biocenoză au loc competiții acerbe între specii, însă autoreînnoirea biocenozelor nu se realizează doar pe baza luptei pentru existență. După cum surprinde **Thomas Lewis** (1975), în recifele de corali, atunci când doi indivizi aparținând unei anumite specii se află într-un spațiu în care nu încap amândoi, nu are loc o luptă între indivizi şi eliminarea unuia de către celălalt ci, pur şi simplu, cel mai mic se dezintegrează pe baza propriilor sale programe. Deci, are loc o sinucidere a individului mai mic. Dispariția lui se poate asemăna cu dispariția celulelor din cadrul unui țesut care se găseşte în perpetuă restructurare: „*El nu este aruncat afară, nu este scos din joc, nu este ucis; el alege pur şi simplu să dispară*".[67]

Fritjof Capra (2004) nuanțează şi mai mult acest aspect: „*Agresiunea excesivă, concurența şi comportamentul distructiv sunt predominante numai la specia umană: ele trebuie abordate din perspectiva valorilor culturale şi nu „**explicate**" în mod pseudoştiințific drept fenomene inerente*".[68]

S-ar părea că moartea a apărut odată cu organismele pluricelulare. Unii biologi consideră că organismele unicelulare sunt nemuritoare. Aceasta deoarece prin diviziunea unei celule se formează două celule fiice, iar celula mamă dispare fără a lăsa în urmă un

cadavru. Dacă moartea solicită în mod necesar un cadavru, atunci am putea să considerăm că organismele unicelulare ar putea fi nemuritoare. Nu credem însă că în cele două celule fiice trăieşte cu adevărat celula mamă. Celulele se divid înainte de a îmbătrâni. Ele trebuie să se afle la optimul potenţelor biologice pentru a da naştere unor urmaşi nu numai viabili, ci şi cu mare vitalitate. Deci, organismele unicelulare nu îmbătrânesc şi nu mor. Trecerea la pluricelularitate reprezintă o strategie evolutivă interesantă. Însă, pentru a putea supravieţui şi pentru a putea asigura diversitatea, viaţa a trebuit să descopere două fenomene majore: **moartea** şi **sexul**. Sexul creează diversitatea, iar moartea provoacă reînnoirea şi autoreparaţia organismelor.

Din momentul apariţiei pluricelularităţii, moartea şi-a făcut apariţia în mod evident, iar sexualitatea a impus transmiterea informaţiei ereditare în floarea vieţii, descoperind loteria genetică. Organismele pluricelulare sunt sisteme stratificate care se reînnoiesc la toate nivelurile şi care creează cicluri continue de naştere şi moarte pentru toate organele ce aparţin structurii arborescente.[69]

Autoreparaţia şi autoreînnoirea structurilor reprezintă o caracteristică a tuturor sistemelor biologice. Chiar la nivel celular se realizează o reînnoire permanentă a structurilor şi o autoreparaţie, ce se pot produce şi la nivelul structurilor informaţionale. Aceste procese au loc şi la nivelurile supraindividuale, deoarece sunt sisteme stratificate şi cu auto-organizare. Oamenii înşişi intră în structura unor sisteme supraindividuale. Fiind componente ale unor ecosisteme şi ale unor formaţiuni sociale, ne naştem şi trebuie să murim. Ecosistemele şi structurile sociale îşi reînnoiesc permanent componentele pentru a-şi păstra stabilitatea structurii şi a-şi asigura evoluţia.

Desigur, nu considerăm Terra ca fiind o fiinţă, aşa cum încearcă să ne convingă **James Lovelock** (1991) şi **Lynn Margulis** (1998) prin lansarea teoriei Gaia. Totuşi, biosfera se comportă ca un sistem biologic integrat, fiind formată din totalitatea biocenozelor de pe Terra. Trebuie să acceptăm ideea că acest întreg pe care îl formează

biosfera se găseşte într-o continuă autoreparație şi autoreînnoire, ceea ce ne permite să înțelegem mai bine cum se realizează îngemănarea vieții cu moartea. Succesiunea anotimpurilor în zonele temperate ilustrează în mod convingător asemenea aspecte.

Teoria sistemică invită la o restructurare a gândirii noastre asupra vieții. Conform acestei teorii, **sistemelor vii nu le este caracteristică doar complementaritatea dintre tendințele de autoafirmare şi de integrare, ci şi alte caracteristici de aceeaşi importanță, cum ar fi: autoîntreținerea, care se manifestă prin autoreînnoire, autoreparație (autovindecare), homeostază şi adaptare şi autotransformarea şi autotranscendența, manifestate prin procese de învățare, dezvoltare şi evoluție.**

Descoperim astfel o nouă caracteristică a vieții, aceea manifestată de organismele vii de a se extinde dincolo de propriile lor limite pentru a crea noi structuri şi modele de comportament. Această extindere creatoare în noutate, care conduce în timp la o dezvoltare ordonată a complexității, pare să reprezinte o proprietate fundamentală a vieții, o caracteristică de bază a universului.[70]

Evoluția ne apare astfel ca o proprietate esențială a universului, ce se manifestă nu doar la nivelul speciilor, ci şi la nivelul ecosistemelor, a societății şi chiar la nivelul culturii.

Înțelegerea acestui fenomen, a evoluției vieții, impune explicații în cel puțin două direcții: **mecanismele genetice bazate pe structura acizilor nucleici (a genelor) şi capacitatea de creativitate a structurilor autoorganizatoare.**

Evoluția creatoare a vieții către forme cu structuri din ce în ce mai complexe ar reprezenta un rezultat al dinamicii autoorganizării unor sisteme disipative.

Conform teoriei sistemelor disipative, fundamentată de **Prigogine,** stabilitatea sistemelor vii este oscilatorie, nu absolută. Ele se mențin stabile atât timp cât fluctuațiile mediului nu sunt majore, nu depăşesc un anumit nivel critic. Deci, sistemele biologice se găsesc într-o stare de homeostazie. Atunci când apar factori disturbatori, sistemul încearcă să-şi mențină stabilitatea prin mecanisme de

feed-back. Stabilitatea unui sistem viu se menține prin fluctuațiile sale continue, ca urmare a provocărilor induse de mediu, sau chiar în absența influențelor acestuia. **Când fluctuațiile sunt prea puternice şi conduc sistemul către stări de instabilitate, se poate provoca trecerea la o structură nouă, care va deveni stabilă şi relativ fluctuantă, şi va persista până la o nouă provocare critică. Este ca şi cum orice sistem viu este totdeauna pregătit pentru transformare, deci pentru evoluție.** Un astfel de model al evoluției, conceput de **Prigogine** (1997) pentru sistemele disipative, poate fi aplicat pentru descrierea evoluției sistemelor biologice, sociale şi ecologice.

Conform teoriei sistemice a evoluției, evoluția acționează departe de echilibru şi are loc prin intermediul interacțiunii dintre adaptare şi creație. Teoria consideră că mediul este, el însuşi, un sistem viu, capabil de adaptare şi evoluție. Ca atare, focalizarea se deplasează de la evoluția unui organism la evoluția comună a organismului şi a mediului.[71]

Esența acestei gândiri este dată de faptul că organismul face front comun cu mediul, având loc, aşadar, o evoluție comună.

Conform teoriei sistemice a evoluției, procesul de evoluție nu este opera hazardului, ci rezultatul dezvoltării ordinii şi a complexității, ce trebuie văzut ca un proces de învățare care implică atât autonomia cât şi libertatea alegerii căii de evoluție.

Trecerea de la stabilitate la instabilitate face posibilă evoluția. Când un sistem devine instabil, el are şansa unei evoluții, care constă în trecerea la o nouă stare de stabilitate, asigurată de structuri noi.

Noua stare de stabilitate nu este canalizată. Există mai multe posibilități ce ar putea fi alese pentru noua stare. De fapt, cu cât sistemul se găseşte mai departe de echilibru, cu atât se oferă mai multe posibilități de opțiune. **Alegerea nu este impusă de mediu ci este „decisă" de sistemul respectiv, existând o anumită libertate în ceea ce priveşte alegerea, libertate ce ar putea fi valorificată de capacitatea sistemului, de autoorganizarea sa.**

Urmărind evoluția unui regn, a unei clase sau chiar a unui ordin se poate schița un arbore filogenetic cu o anumită configurație. Problema este dacă evoluția este canalizată sau se desfăşoară la întâmplare. Dacă este canalizată, care sunt factorii ce determină orientarea? **J.B. Lamarck** vorbeşte de o tendință internă a organismelor către progres. Teoria sintetică a evoluției adoptă o poziție teleonomică în explicarea canalizării evoluției.

Sistemele biologice fiind structuri cibernetice au, alături de aşa-numitul **feed-back**, şi un **feed-before**, care reprezintă o anumită capacitate de anticipare a schimbării factorilor de mediu, cu rol esențial în stabilirea direcției evoluției.

Teoria sistemică a evoluției nu acceptă o explicație **teleologică** în canalizarea evoluției (intervenția unei forțe divine), dar nici rolul hazardului; evoluția nu se desfăşoară la întâmplare. *Evoluția este văzută ca o aventură a vieții, neîntreruptă şi deschisă, care îşi creează permanent propriul său scop, creşterea complexității, coordonării şi interdependenței, integrarea indivizilor în sisteme multinivel şi o continuă rafinare a anumitor funcții şi modele de comportament.*[72] După cum afirma **Ervin Laszlo** (1972), scopul evoluției biologice pare a fi o progresie continuă de la multiplicitate şi haos la unitate şi ordine.[73]

Darwin a acordat un rol important indivizilor în procesul de evoluție. Ei sunt purtători de variații utile, fiind astfel supuşi selecției naturale. Teoria sintetică a evoluției a descoperit populația ca unitate de bază a evoluției. Teoria sistemică a evoluției considera că unitatea de evoluție este organismul în mediul său.

După cum afirmă **Gregory Bateson** (1972), *un organism care gândeşte numai în termenii propriei sale supraviețuiri îşi va distruge în mod invariabil mediul său înconjurător şi, aşa cum învățăm din experiența umană amară, se va distruge astfel şi pe sine însuşi.*[74] Probabil că **Bateson** se inspiră din comportamentul speciei umane; este singura specie care îşi sapă propriul mormântul prin pornirea sa necontrolată împotriva naturii. *Teoria sistemică nu alege o anumită entitate ca unitate a evoluției, ci un model*

adoptat de organism în interacțiunea sa cu mediul, procesul de selecție evolutivă acționând pe bază comportamentală.[75]

Evoluția comună a microcosmosului şi a macrocosmosului trebuie privită tocmai în lumina acestei concepții. De obicei, se porneşte în explicarea proceselor evolutive de la procese de speciație, de la creşterea treptată a complexității structurilor la apariția formelor superioare, neglijându-se aspectele macroevolutive. Micro- şi macroevoluția sunt două procese complementare. Viața microscopică creează condițiile macroscopice în funcție de care poate avea loc canalizarea evoluției. Dacă viața microscopică creează unele condiții globale ale evoluției, biosfera controlează viața microscopică. După cum afirmă **Erich Jantsch**[76] (1980), **dezvoltarea treptată a complexității nu constă în adaptarea organismelor la mediu, ci în evoluția continuă comună a organismului şi a mediului său înconjurător la toate nivelurile sistemului.** Gândirea lui **Jantsch** ni se pare novatoare în înțelegerea evoluției ca proces cosmic, însă nu ne-am opri la nivelul individului ca unitate de bază a evoluției, ci am opta pentru populație (specie).

O astfel de gândire pare a avea un suport real. La începutul timpului biologic, Oceanul Planetar era populat de procariote. Ele au putut să apară, aşa cum s-a arătat anterior, într-un mediu acvatic fertilizat, pregătit pentru apariția vieții. Procariotele primordiale trăiau într-un mediu anaerob. Între acestea au apărut însă organisme fotosintetice care, folosind apa ca donor de hidrogen, au determinat acumularea de oxigen în apă şi în atmosferă. Într-o perioadă de peste un miliard de ani, procariotele au pregătit un mediu capabil să provoace apariția unor organisme mai evoluate. Astfel au apărut organismele unicelulare eucariote, cărora li s-au deschis ample posibilități de progres biologic. În principal două mecanisme pot asigura progresul biologic nelimitat: **reproducerea sexuată** şi **apariția conştiinței**. Reproducerea sexuată a asigurat creşterea exponențială a biodiversității,

iar conştiința a oferit materiei posibilitatea de a-şi cunoaşte propria interioritate.

Gregory Bateson (1979) defineşte raţiunea ca pe un fenomen sistemic caracteristic tuturor organismelor vii, dar şi societăților şi ecosistemelor.

Raţiunea, apărută ca o consecință a unui anumit grad de complexitate, se manifestă cu mult înainte ca organismele să posede un creier dezvoltat şi un sistem nervos superior. „*Din punct de vedere sistemic, viața nu este o substanță sau o forță, iar raţiunea nu este o entitate care interacționează cu materia. Atât viața, cât şi raţiunea sunt manifestări ale aceleiaşi mulțimi de proprietăți dinamice, o mulțime de procese care reprezintă dinamica autoorganizării… Raţiunea şi materia nu se mai prezintă ca două categorii fundamental separate, aşa cum credea* ***Descartes****, ci pot fi considerate ca reprezentând aspecte pur şi simplu diferite ale aceluiaşi proces universal*".[77]

Urmărind principiile stabilite de **George Coghill (1949)**, care a identificat la organisme trei modele de organizare aflate în strânse conexiuni: structura, funcția şi mentația, **F. Capra** (2004) foloseşte termenul de **raţiune** pentru organismele care prezintă o complexitate structurală crescută, şi termenul de **mentație** pentru a desemna o activitate mentală la niveluri scăzute. Structura ar fi o organizare în spațiu a materiei, funcția o organizare în timp, iar mentația ar fi un tip de organizare aflat în strânsă interdependență cu structura şi funcția, în cazul nivelurilor de complexitate scăzută, dar trecând dincolo de spațiu şi de timp la nivelurile ridicate de complexitate. La ființele inferioare, mentația se aseamănă cu comportamentul, însă la ființele superioare mentația nu este doar un comportament, o dată ce preia calitatea nespațială şi netemporală distinctivă pe care o asociem cu raţiunea.[78]

În concepția sistemică, mentația apare drept o caracteristică a organismelor individuale, dar şi a sistemelor ecologice şi sociale. Acest mod de a gândi trebuie să modifice comportamentul nostru față de natură. Numai gândind aşa nu vom mai considera mediul ca fiind lipsit de raţiune şi nu vom mai acționa în sens distructiv. Va fi însă

foarte greu să ne obişnuim cu gândul că mediul nu este numai viu, ci şi raţional. Natura nu este doar inteligent structurată, ci şi raţională (inteligentă).

„*Faptul că lumea vie este organizată în structuri multinivel înseamnă că există şi niveluri ale raţiunii. De exemplu, în organism există diverse niveluri de mentaţie de tip* „***metabolic***", *care implică celulele, ţesuturile şi organele, după cum există mentaţie de tip* „***neuronal***" *a creierului, care constă la rândul ei din diverse niveluri ce corespund diverselor stadii ale evoluţiei umane. Totalitatea acestor mentaţii constituie ceea ce numim raţiunea umană*".[79]

Inteligenţa naturii poate fi urmărită de toate nivelurile sistemelor biologice.

Ce este inteligenţa?

Este destul de dificil să defineşti inteligenţa, deoarece nu poţi să-i stabileşti cu exactitate parametrii. Fie că o limitezi doar la anumite laturi ale existenţei, fie că îi dai dimensiuni nelimitate, ajungând la o inteligenţă enciclopedică, de tip aristotelian.

Este interesantă viziunea lui **Drieu La Rochelle** (1980) care consideră că: „*Să fii inteligent înseamnă înainte de toate să fii viu. Nu poţi fi inteligent fără să fii plin de viaţă: când eşti inteligent eşti totodată multe alte lucruri*".[80]

O astfel de inteligenţă este caracteristică tuturor fiinţelor vii. A fi inteligent înseamnă a trăi, a supravieţui în lupta pentru existenţă, de la amoebă până la om. A fi inteligent înseamnă „*a fi plin de viaţă*", a contracara provocările distructive ale mediului; acestea fiind din ce în ce mai complexe în ascensiunea vieţii de la bacterii la om.

A fi inteligent înseamnă a găsi soluţiile cele mai adecvate faţă de încercările mediului. Soluţiile pot fi găsite acţionând pe două magistrale ale vieţii: cea a instinctului şi cea a creaţiei. Magistrala creaţiei se găseşte sub controlul inteligenţei. Mergând pe această magistrală înseamnă că: „*eşti totdeodată multe alte lucruri*".

Sistemele materiale au o structură stratificată. Raţiunile indivizilor aparţinând speciei *Homo sapiens sapiens* sunt înglobate în raţiunile nivelurilor superioare sociale şi ecologice, iar acestea sunt integrate în sistemul mental

planetar care, la rândul său, face parte dintr-o raţiune cosmică sau universală.

Nu trebuie să asociem acest mod de a gândi cu ideea de divinitate. Divinitatea ar reprezenta, în această situaţie, dinamica autoorganizatoare a întregului cosmos.

Referindu-ne la modelele de autoorganizare putem vorbi, conform teoriei sistemice, de activităţi mentale începând de la bacterii şi până la animalele superioare. Când este vorba de fiinţe umane, lucrurile diferă în mod esenţial. Omul îşi creează mental o lume interioară ce oglindeşte realitatea exterioară, dar care are o existenţă proprie şi dezvoltă fenomene caracteristic umane. Lumea interioară include conştiinţa de sine, gândirea conceptuală, experienţa conştientă, limbajul simbolic, visele, receptarea artei, experienţele culturale etc. Rădăcinile acestor caracteristici se găsesc însă în lumea animală, astfel că nu putem trage o linie marcantă între om şi animale.

Interacţiunea noastră cu mediul este creată de influenţa reciprocă dintre lumea interioară şi cea exterioară. Reacţiile noastre faţă de mediu nu sunt determinate direct de provocările mediului asupra sistemului nostru biologic ci, mai curând, de experienţele noastre acumulate în timp, de scopurile noastre şi de interpretarea individuală a percepţiilor oferite de organele noastre de simţ. Gustul unei mâncări poate declanşa succesiunea mentală a nenumărate evenimente din existenţa noastră. Astfel, ne dăm seama că lumea interioară şi cea exterioară se interconectează în mod firesc.

Omul este singura specie care îşi modelează mediul înconjurător în mod radical şi eficient. El poate să trăiască în zăpezile veşnice sau în pustiurile pârjolite. Omul este capabil să-şi reprezinte simbolic lumea exterioară, să gândească conceptual şi să-şi comunice ideile, conceptele şi simbolurile, să le facă productive. Oameni prezintă conştiinţă, ceea ce înseamnă că nu sunt conştienţi doar de senzaţiile lor, ci de întregul pe care îl formează împreună cu mediul. „*Mintea este un model de autoorganizare, iar conştiinţa este o proprietate a mentaţiei la orice nivel, de la celulele individuale până la fiinţele umane, chiar dacă*

diferă foarte mult în ceea ce priveşte sfera de acţiune. Pe de altă parte, conştiinţa de sine pare să se manifeste numai la animalele superioare, dezvoltându-se complet în cadrul minţii umane, şi această proprietate a raţiunii este cea pe care o denumesc eu conştiinţă. Totalitatea raţiunii umane, cu tărâmurile sale conştiente şi neconştiente, o denumesc psihic, asemenea lui Jung".[81]

Mergând pe linia gândirii lui Jung, teoria sistemică a evoluției arată că raţiunea nu se limitează numai la fiinţele umane, ci poate fi extinsă şi la sistemele sociale şi cele ecologice. În această situaţie, grupurile de oameni, societăţile şi culturile ar poseda o raţiune colectivă şi, mergând pe linia lui Jung, putem accepta şi existenţa unui inconştient colectiv.

În viziunea concepției sistemice, conştiinţa apare ca o manifestare a modelelor materiale complexe. „*Evoluţia umană progresează printr-o interacţiune dintre lumile interioare şi cele exterioare, dintre indivizi şi societăţi, dintre natură şi cultură. Toate aceste domenii sunt sisteme vii aflate în interacţiune reciprocă, sisteme care prezintă modele similare de autoorganizare*".[82]

Procesul vieții se bazează pe cogniție

Mergând pe linia conceptelor moderne de interpretare a viului, **Humberto Maturana** şi **Francisco Varela** (1987) dezvoltă teoria cunoaşterii, a lui **Santiago,** susţinând că cogniția este implicată în autogenerarea şi autoperpetuarea rețelelor vii. Implicarea este atât de mare încât am putea considera că cogniția poate fi identificată, conform teoriei lui Santiago, cu însuşi procesul vieții.

Ce înseamnă aceasta? **Înseamnă că activitatea care menține sistemele vii, la toate nivelurile vieții, este activitate mentală.** Esența acestui concept este faptul că activitatea mentală este imanentă materiei la toate nivelurile vieții. **Cogniția implică întregul proces al vieții, fără a existența unui creier sau măcar a unui sistem nervos rudimentar**.[83]

Teoria lui Santiago a cunoaşterii consfinţeşte unitatea lumii vii, cogniția fiind o caracteristică a rețelelor vii autogeneratoare, fiind legată de procesul autopoietic.

Nu există ființă vie care nu se regenerează continuu, păstrându-şi, în acelaşi timp, identitatea (planurile structurale proprii) şi generând structuri noi. Schimbările sunt mai curând evolutive decât ciclice şi au loc continuu, putând fi generate fie de influențele mediului, fie de dinamica internă a sistemului. Mediul poate provoca anumite schimbări structurale, însă fără a le specifica şi direcționa. Specificarea şi direcționarea țin de caracteristicile interne ale fiecărei specii, astfel că organismele vii răspund la influențele mediului prin schimbări structurale. Aceste schimbări vor influența comportamentul sistemului viitor, diferențiindu-l de sistemele nevii. Organismele vii trăiesc într-un anumit mediu (în mediul din înconjurimea imediată şi în oceanul cosmic) şi suferă o succesiune de schimbări structurale în timp, ceea ce înseamnă că au o istorie.

Structurile vii au înregistrate în ele toate schimbările structurale anterioare, schimbări care influențează comportamentul viitor. Comportamentul organismelor este determinat de structură. Pe bună dreptate, **H. Maturana** (1970) considera că **comportamentul unui individ este determinat de propria sa structură** (conturată, însă, în strânsă conexiune cu schimbările mediului).

Trebuie să înțelegem de aici că structurile vii răspund în mod autonom la perturbațiile provocate de mediu prin schimbări structurale, adică prin reajustarea modelului de conectivitate.[84]

Schimbările structurale din sistemele vii nu sunt haotice, ci reprezintă acte de cogniție. „*Specificând exact care perturbații din mediu inițiază schimbările, sistemul specifică extinderea domeniului său cognitiv,* ***dând naştere unei lumi***", după cum afirmau **Maturana** şi **Varela** (1987).[85]

Dacă cogniția este caracteristică tuturor nivelurilor vieții, conştiința este proprie organismelor superior organizate, care au un sistem nervos superior. Conştiința reprezintă un grad superior de cogniție.

Putem deosebi două tipuri de conştiință: primară şi de ordin superior. **Conştiința primară** apare la animalele la care procesele cognitive sunt însoțite de o experiență perceptivă, senzorială şi emoțională fundamentală. Ea poate fi întâlnită la unele păsări şi la mamifere. **Conştiința de ordin superior** a apărut în cursul evoluției la antropoide şi s-a dezvoltat odată cu limbajul şi gândirea conceptuală, ajungând până la conştiința umană sau **conştiința reflexivă**.

Conştiința reflexivă presupune deja un nivel de abstracție cognitivă, precum şi capacitatea de a construi imagini mentale, de a formula scopuri şi strategii.[86]

Procesul de cogniție este întrupat

Gândirea noastră are două componente majore: **conştientul cognitiv** şi **inconştientul cognitiv**. Între aceste două componente există o continuă conexiune. Adesea, instrumentul cognitiv ne controlează şi ne structurează gândirea în totalitate, nu doar unele comportamente automate, ci şi cunoştințele şi credințele noastre ascunse.[87]

Orice ființă vie îşi creează o lume, intră în dialog cu universul său. Chiar şi microorganismele îşi apropie mediul, diferențiază hrana de substanțele toxice şi manifestă comportamente specifice. Animalele intră în dialog cu semenii lor, recunosc duşmanii şi au un comportament diferențiat în funcție de specie. Recunoaşterea mediului şi manifestarea unor comportamente adecvate se realizează prin intermediul structurilor senzoriale şi ale mecanismelor efectoare, ceea ce înseamnă că procesul de cogniție este întrupat, fiind rezultatul naturii specifice a corpurilor şi creierelor noastre.[88]

George Lakoff şi **Mark Johnson** (1999) descoperă că: „*Mintea este în mod inerent întrupată. Gândirea este în cea mai mare parte inconştientă. Conceptele abstracte sunt în mare măsură metaforice*".[89]

Dacă în gândirea cartesiană, care încă ne domină, între minte şi materie există o sciziune, teoria lui **Santiago** probează că, la toate nivelurile vieții, mintea şi materia, procesul şi structura, sunt interconectate. Cercetările

moderne demonstrează că mintea umană, chiar în manifestările sale cele mai subtile şi abstracte, nu este separată de corp ci, dimpotrivă, apare din corp şi este modelată de el.

Acest mod de a percepe mintea duce la ştergerea diferenței radicale dintre om şi animale. Gândirea cartesiană pune o stavilă de netrecut între om şi animale în ceea ce priveşte capacitatea de a raționa, aceasta din urmă fiind considerată o caracteristică exclusiv umană.

Cercetările moderne, efectuate mai ales pe cimpanzei, şi cristalizarea etologiei ca o ştiință independentă, probează că viața cognitivă a animalelor şi a oamenilor porneşte de la aceeaşi rădăcină şi diferă doar cantitativ, nu şi calitativ. Viața înseamnă continuitate, iar deosebirile dintre specii sunt graduale şi evolutive, dar nu de natură diferită.

Dezlegarea enigmei apariției vieții nu poate fi desprinsă de cea a apariției proceselor cognitive. Apariția protocelulelor s-a realizat pe un pământ prebiotic fertilizat pentru apariția rețelelor autopoietice. Primele organisme au reuşit să cucerească Oceanul Primordial într-un marş în care au răspuns continuu influențelor mediului prin schimbări structurale. De la primele lor începuturi, organismele au intrat în interacțiune cu mediul neviu, putând fi vorba deci de interacțiuni cognitive. Viața a evoluat în mod spectaculos. Pe măsură ce progresul biologic s-a consolidat, iar unele grupe de organisme şi-au sporit complexitatea, în aceeaşi măsură şi procesele cognitive au evoluat, generând în final gândirea conceptuală, limbajul şi conştiința.

Descifrarea structurii acizilor nucleici a condus la dezvoltarea exponențială a geneticii şi la apariția **biologiei moleculare**. Dezvoltarea acestei ramuri ştiințifice a condus la apariția unui concept conform căruia, în ultimă instanță, viața se reduce la molecule, ceea ce reprezintă o viziune reducționistă periculoasă. Desigur, moleculele îşi au semnificația lor structurală şi funcțională, însă nu trebuie să le privim izolat, molecule de ARN şi ADN. Noul concept pune accentul pe relațiile dintre celule şi formarea acelor

rețele autogeneratoare de procese metabolice. În procesul apariției vieții, rețelele celulare autogeneratoare şi autopoietice conduc la manifestarea spontană a unei noi ordini, a cărei apariție este asociată dimensiunii cognitive a vieții, inclusiv apariția limbajului şi a conştiinței.

Spiritul ca plenitudine a minții şi a corpului

Ce înțelegem prin spirit? Termenul latin – **spiritus** - înseamnă „respirație". Acelaşi sens îl prezintă şi termenul latin înrudit - **anima**. Termenii **psyche** din limba greacă şi **atman**, din limba sanscrită, ne conduc către înțelegerea spiritului ca **respirație**. Astfel, spiritul ne apare ca o „respirație" a vieții. Respirația trebuie văzută ca o funcție vitală de maximă importanță, ce poate fi gândită ca o deschidere către lume. Aici, însă, respirația trebuie înțeleasă ca o metaforă pentru rețeaua proceselor metabolice a organismelor vii. Astfel, respirația vieții (spiritul) reprezintă un element comun tuturor ființelor.

Spiritul apare ca o respirație a vieții, care decurge dintr-o experiență non-intelectuală (mistică, religioasă) a realității.

Experiența spirituală apare ca un moment de intensificare a vitalității, ca o respirație profundă şi bine conştientizată.[90] Clipele noastre de trăire spirituală coincid cu momentele în care simțim cel mai intens pulsul vieții, atât în corp cât şi în minte. Cu alte cuvinte, trăirea spirituală este profund ancorată în corp, este întrupată.

David Steindl-Rast (1990) considera că: „*spiritul este o plenitudine a minții şi a corpului. Clipele noastre spirituale sunt acele momente în care simțim cel mai intens faptul că suntem vii*".[91]

Este ca şi cum experiența spirituală asigură o creştere a vitalității minții şi corpului: „*Conştiința centrală în aceste momente spirituale este un sentiment profund al unității cu întregul, al apartenenței la univers ca un tot*".[92]

Ne întrebăm ce este viața. Nu am găsit un răspuns cu adevărat pertinent, am descoperit însă sentimentul de unitate cu lumea naturală (natura) şi pe cel de unitate a

vieți. Viața își are rădăcinile adânc înfipte în fizica şi chimia Terrei, în Oceanul Planetar, fertilizat şi pregătit prin ciudatele rețele autogeneratoare prebiotice, care au prefigurat apariția protocelulelor şi au conturat tiparele şi procesele de bază care au evoluat de-a lungul miliardelor de ani, generând momente de autoorganizare ce au determinat progresul biologic. Am descoperit astfel cât de puternic suntem legați de întreaga țesătură a vieții.

„*Dacă privim lumea din jurul nostru, vedem că nu suntem aruncați în haos, ci facem parte dintr-o mare ordine, dintr-o mare simfonie a vieții. Fiecare moleculă din corpul nostru a făcut cândva parte din corpuri anterioare – vii sau nevii – şi va face parte din corpuri viitoare. În acest sens, corpul nostru nu va muri, ci va trăi*".[93]

NOTE

1. Stephen, Jay Gould, 1999 – „Ce este viața?" Ca un manifest modernist, în „Ce este viața?" Următorii 50 de ani, M.P. Murphy and Luke A.J. O'Neill. Ed. Tehnică, p. 29
2. C. Wittenberger, 1981 – Eseuri de biologie teoretică, Ed. Ştiințifică şi Enciclopedică, citându-l pe Pasteur, p. 60
3. Gheorghe, Mustață, Mariana, Mustață, 2001 – „Origine, evoluție şi evoluționism", „V. Goldiş" Univ. Press, Arad, citându-l pe Melvin Clavin, p. 32
4. Ibidem, p. 32
5. Ibidem, p. 32
6. Ibidem, p. 42
7. Kay, J. Schneider, E., 1992 – „Thermodynamics and measures of ecosystem integrity". New York
8. Ibidem
9. Eric D., Schneider, James J. Kay, 1999 – „Ordine din dezordine: Termodinamica complexității în biologie", în „Ce este viața? Următorii 50 de ani", Michael, P. Murphy, Luke A.J. O'Neill, Ed. Tehnică, p. 137, îl citează pe Erwin Schrödinger

10. Morowitz, Harold, 1992 – „Beginnings of Cellular Life". Yale University Press
11. Fritjof, Capra, 2004 – „Conexiuni ascunse", Edit. Tehnică, p. 29
12. Ibidem, p. 29
13. Ibidem, p. 29
14. Ibidem, p. 30
15. Humberto, Maturana şi Francisco, Varela, 1987 – The Tree of Knowledge, Shambhala, Boston, citat de Fritjof Capra, 2000, p. 30
16. Luisi, Pier Luigi, 1993 – „Defining the Transition to Life: Self-Replicating Bounded Structures and Chemical Autopoiesis" in: W. Stein and F.J. Varela (eds.) „Thinking about Biology". Addison – Wesley, New York, citat de F. Capra, p. 30
17. Fritjof Capra, opera citată, p. 32
18. Stewart, Ian, 1998 – Life's Other Secret, John Wiley, New
York, citat de F. Capra, p. 33
19. Fritjof Capra, 2004 – opera citată, p. 33
20. Eric D. Schneider, Janus J. Kay, lucrarea citată, p. 139
21. Ibidem, p.141
22. Ibidem, p. 142
23. Ibidem, p. 142
24. Ibidem, p. 144
25. Ibidem, p. 145
26. Ibidem, p. 145
27. Ibidem, p. 35
28. Mircea Flonta, Konrad Lorenz ca darwinist, în Ce putem afla despre om la gâşte?, 2005, de Carmen Strungaru şi Rainer Schubert, Ed. Polirom, p. 180
29. Ibidem, p. 182
30. Ibidem, p. 183
31. Ibidem, p. 35
32. Alexandros Kalomiros, 2003 – „Sfinții Părinți despre originile şi destinul cosmosului şi omului". Ed. Deisis, Sibiu, p. 34

33. Sf. Ioan Gură de Aur, Omilii la Facerea: III, 1:PSB 21, p. 47-48
34. Morovitz, Harold, 1992 – „Beginnings of Cellular Life". Yale University Press
35. Ibidem, p. 53
36. F. Capra, opera citată, p. 54
37. Christian De Duve, 1989 – Ce a fost mai întâi ARN-ul sau proteina. În Ce este viața? Următorii 50 de ani, de Michael P. Murphy şi Luke A.J. O'Neill, Ed. Tehnică
38. Margulis Lynn, 1998 – Symbiotic Planet. Basic Books, New-York
39. Goodwin, Brian, 1994 – How the Leopard Changed Its Spots. Scribner, New-York
40. F. Capra – opera citată
41. Ibidem, p. 54
42. Keller, Evelyn Fox, 2000 – The Century of the Gene. Harvard University Press, Cambridge, Mass
43. Fritjof Capra, opera citată, p. 239
44. Ibidem, p. 240
45. Gregory Bateson, 1979 – Mind and Nature, citat de Fritjof Capra, 2004, Înțelepciune aparte, Ed. Ed. Tehnică, p. 85
46. Strohman, Richard, 1997 – „The Coming Kuhnian Revolution in Biology", Nature Biotechnology, vol. 15
47. Keller, Evelyn Fox, 2000 – „The Century of the Gene". Harvard University Press, Cambridge
48. Strohman, Richard, 1997 – opera citată
49. Fritjof Capra, 2004 – opera citată, p. 248
50. Telfer H. William, Kennedy Donald, 1986 – Biologia organismelor. Ed. Şt. şi enciclopedică, îl citează pe Hans Driesch
51. Ibidem, p. 248
52. Ibidem, p. 249
53. Ibidem, p. 249
54. Gelbart W., 1986 – The RNA World, Nature, 319, 618
55. Keller, Evelyn Fox, 2000 – The Century of the Gene. Harward University Press, Cambridge Mass
56. Dewey, Jahn şi Bentley, Arthur F., 1949 – „Knowing and the known". Boston: Beacon Press

57. Chew G.F., 1968 – Bootstrap: A Scientific Idea? Science, vol. 161, p. 762-765
58. Capra, Fritjof, 2004 – „Momentul adevărului", Ed. Tehnică, Bucureşti, p. 337
59. Ibidem, p. 337
60. Ibidem, p. 340
61. Ibidem, p. 346
62. Ibidem, p. 346
63. Ibidem, p. 349
64. Thomas, Lewis, 1975 – The Lives of a Cell. New York, Bantam, citat de F. Capra (2004)
65. Koestler Arthur, 1978 – Janus. London: Hutchinson
66. Capra, Fritjof, 2004 – Momentul adevărului, Ed. Tehnică, Bucureşti, p. 354
67. Thomas, Lewis, 1975 – citat de Fritjof Capra, p. 352
68. Capra, Fritjof, 2004 – opera citată, p. 352
69. Ibidem, p. 357
70. Ibidem, p. 369
71. Ibidem, p. 363
72. Ibidem, p. 364
73. Erwin, Laszlo, 1972 – „Introduction to Systems Philosyphy", New York: Harper. Torch-books
74. Capra, Fritjof, 2004 – opera citată, p. 365
75. Livingston, Robert B., 1963 – „Perception and Committment", Bulletin of the Atomic Scientists, citat de F. Capra, p. 365
76. Jantsch, Erich, 1980 – The Self-Organizing Universe. New York: Pergamon
77. Capra, Fritjof, 2004 – opera citată, p. 367
78. Herrick, C. Judson, 1949 – George Ellett Coghill: Naturalist and Philosopher. Chicago: University of Chicago Press
79. Ibidem, p. 369
80. Drieu La Rochelle, 1998 – Borges în conştiința criticii. În Jorge Luis Borges. Frumusețea ca senzație fizică. Ed. Paideia-Literaturi, p. 9
81. Ibidem, p. 378
82. Ibidem, p. 378
83. F. Capra, 2004 – Conexiuni ascunse, p. 62

84. Ibidem
85. Maturana Humberto, Frnacisco Varela, 1987 – The Tree of knowledge. Shambhale, Boston
86. F. Capra – opera citată, p. 69
87. Ibidem
88. Ibidem
89. George Lakoff, Mark Johnson, 1999 – Philosophy in the Flesh. Basic Book, New York
90. F. Capra - opera citată, p. 107
91. David Steindl-Rast, 1990 – citat de G. Lakoff şi Mark Johnson, opera citată
92. F. Capra – opera citată, p. 108
93. Ibidem

STRATEGII EVOLUTIVE

ALE VIEȚII

II. PLURICELULARITATEA CA STRATEGIE EVOLUTIVĂ

Viața a apărut pe Terra cu puțin înainte ca planeta să se răcească, când apele Oceanului Planetar s-au mai liniştit. Supa caldă şi fină, supraîncărcată cu substanțe organice abiogene, fiind mai mult sau mai puțin „fertilizată" pentru generarea vieții, a făcut posibilă apariția primelor organisme.

Acestea erau organisme cvasisimple, cu o structură precelulară, la care substanța informațională (acizii nucleici) nu forma nuclei pe deplin constituiți. Aceste ființe primordiale, numite **progenoți** sau **biopoise**, nu au ajuns la stadiul de procariote deoarece nu au avut funcții atât de rafinate ca acestea. Mecanismele rudimentare de transcriere şi de traducere a informației genetice bazate pe acizii ribonucleici şi pe un număr redus de gene, nu puteau asigura cópii fidele ale unor proteine, ci doar reuşeau să realizeze o clasă de „**proteine statistice**", care aveau doar relații de grup cu gena originară. După cum consideră **Woese** şi **Fox,**[1] progenoții se puteau grupa pentru a forma rețele celulare laxe, puțin specifice şi efemere, ceea ce a favorizat apariția unui mozaic celular al liniilor descendente şi cristalizarea unor căi structurale şi metabolice diferite, înainte de a ajunge la nivelul de complexitate caracteristic procariotelor.

Capacitatea ridicată de multiplicare a făcut posibilă ocuparea întregului Ocean Planetar în scurt timp, iar diferențierea unor căi metabolice diferite a condus la cristalizarea a trei direcții evolutive şi anume către **Archaebacteria, Eubacteria** şi **Urkaryota**.

Alături de diferențierea căilor evolutive, trebuie să evidențiem diferențierea morfofuncțională şi mai ales ecologică a organismelor, ceea ce a făcut posibilă ocuparea tuturor mediilor.

Pământul a fost cucerit de o lume a bacteriilor extrem de diversificată. Cele mai multe bacterii erau

heterotrofe, însă unele au devenit autotrofe. Bacteriile heterotrofe au avut la dispoziție, de la început, o masă organică bogată, asigurată de supa fină şi caldă a Oceanului Planetar.

Bacteriile autotrofe erau fotosintetizante şi chemosintetizante. Faptul că în supa organică existau, alături de aminoacizi, acizi organici, baze azotate şi chiar catene nucleotidice, şi o serie de pigmenți porfirinici, a făcut posibilă apariția unor bacterii capabile de fotosinteză.

Bacteriile verzi, sulfuroase, anoxigenice, cuprinse în încrengătura Chlorobia, au pigmenții fotosintetici situați în **chlorosomi**. Acestea puteau să sintetizeze compuşi organici folosind energia luminoasă, CO_2 şi diferite substanțe ca donori de hidrogen (H_2S, H_2). Bacteriile verzi fototrofe, nesulfuroase folosesc H_2 sau H_2S ca donori de hidrogen.

Cyanobacteriile sau algele albastre-verzi au o structură particulară a aparatului fotosintetic. Ele folosesc apa ca donor de hidrogen şi probează un progres evolutiv evident. Bacteriile din Euarchaeota au ocupat unele medii extreme. Bacteriile metanogene populează sedimentele marine, craterele unor vulcani abisali oceanici, având o rezistență ridicată, atât la presiunea apei cât şi la temperatură. Speciile halofile sunt adaptate la concentrații saline extreme. *Halobacterium salinarium* trăieşte în ape hiperhaline, iar *Halobacterium sodomense* în apele cu concentrații mari de magneziu. *Natronobacterium gregari* şi *N. pharaonis* suportă o apă alcalină extremă: „soda lakes".

Crenarchaeota populează unele ape sulfuroase de pe fundul oceanelor, în anumite „**hot springs**", în sursele geotermale, în geizerele fierbinți, sau în conurile încă active ale unor vulcani submarini. *Sulfolobus* preferă apele fierbinți de până la 90° şi un pH de 1 sau 2, iar *Pyrolobus* se simte bine la temperaturi de 113°C.[2]

Thermoplasma poate fi considerat un gen primitiv, un ancestor al nucleocitoplasmei din eucariote. Am putea spune, că unele specii de *Mycoplasma*, reprezintă limita cea mai de jos a vieții pe Terra.

Pentru a demonstra marea capacitate de adaptare a bacteriilor, trebuie să amintim că *Deinococcus radiodurans* rezistă la radiații extrem de puternice.

Terra a fost ocupată, în primul miliard de ani de existență biologică, de lumea bacteriilor. Bacteriile au cunoscut diferențieri morfofiziologice şi ecologice extreme, ceea ce a făcut posibilă cucerirea întregii planete. Progresul biologic este evident în lumea bacteriilor. Însă, aşa cum aminteam anterior, alături de Archaebacteria şi Eubacteria, o direcție evolutivă majoră a condus, prin grupul ipotetic Urkaryota, către Eukaryota. După circa un miliard de ani de evoluție au apărut organismele unicelulare, cu o structură radical diferită, cu organite deosebit de eficiente şi cu structurile informaționale protejate într-un nucleu cu membrana proprie; aşa au şi apărut eucariotele, care permit o evoluție nelimitată. Prin eucariote s-a desăvârşit ocuparea mediului acvatic şi a început cucerirea mediului terestru.

Tot atunci au apărut organisme unicelulare evoluate, încadrate astăzi în regnul Protoctista (Protista). Dacă precizăm că în acest regn extrem de heterogen sunt încadrate toate protozoarele, algele şi unele grupe de ciuperci primitive, atunci vom constata rafinamentul diferențierilor morfofuncționale şi ecologice. Prin unele protoctiste se pregăteşte cucerirea uscatului.

De-a lungul timpului geologic, viața a cunoscut o perpetuă metamorfozare, un continuu progres. În evoluția vieții se trece de la forme simple la unele din ce în ce mai complexe, realizându-se atât un progres morfofiziologic, cât şi unul biologic. Urmărind evoluția unor organe în seria animală, surprindem, cu mare finețe, complicarea şi perfecționarea structurilor, proces paralel cu ameliorarea şi specializarea funcțiilor. Surprindem de asemenea o perfecționare gradată a organelor până a se ajunge la structura şi funcționarea optimă. Evoluția aparatului cardio-vascular la vertebrate poate fi edificatoare în acest sens. Dacă inima este bicamerală la peşti, la batracieni devine tricamerală, iar la reptile tetracamerală, chiar dacă ventriculul nu este complet separat în două camere. Chiar

dacă ar fi separat, amestecarea sângelui oxigenat cu cel neoxigenat tot s-ar face datorită existenței celor două cârje aortice. Abia la păsări şi la mamifere inima ajunge la o structură şi funcționare optime. Aici progresul morfofiziologic este deosebit de evident.

Apare aşadar o întrebare firească: dacă inima ajunge la păsări şi la mamifere la o structură şi funcționalitate perfectă, de ce mai persistă, în tabloul actual al vertebratelor, celelalte tipuri de inimi, depăşite în cea ce priveşte performanța? Urmărind evoluția în lumea vie, putem urmări complicarea progresivă a structurilor, până a se ajunge la structura optimă, însă etapele acestui progres sunt păstrate ca funcționale. Structurile mai primitive nu sunt rebuturi; ele sunt funcționale şi rămân funcționale, asigurând anumite pretenții față de viață. La peşti, batracieni şi reptile, aparatul cardio-vascular este adaptat pretențiilor lor de viață. Nu putem spune că rechinii nu sunt perfect adaptați la mediul de viață de tip prădător şi înotător. Nu avem nici cea mai mică îndoială asupra capacității aparatului cardio-vascular de a asigura activitatea extrem de complexă şi de dinamică a rechinilor. Totuşi, rechinii rămân animale cu sânge rece, ca şi batracienii şi reptilele. Este greşit să considerăm că anumite structuri biologice sunt depăşite de altele mai perfecționate şi sunt rebuturi ale evoluției. Fiecare structură este mai mult sau mai puțin perfect adaptată la pretențiile de viață ale organismelor respective.

Evoluția nu-şi şterge urmele, ci le păstrează funcționale. Pentru a înțelege mai bine acest aspect, să facem o comparație cu maşinile electronice de calcul. Deşi avea dimensiuni enorme prima maşină electronică de calcul, a fost considerată ca un succes răsunător al oamenilor de ştiință. Generația următoare de maşini electronice a depăşit cu mult performanțele primului model, ceea ce nu înseamnă că prima generație a fost un rebut. Chiar astăzi, dacă cumpărăm cel mai performant calculator,după un an poate căpăta uzură morală. Ar fi greşit să spunem că formele depăşite sunt rebuturi de

fabricație. Fiecare etapă reprezintă o performanță şi un progres evolutiv.

Tot astfel putem judeca atunci când analizăm arborele filogenetic al unei grupe de organisme. La bază sunt plasate formele inferioare, iar la etajele superioare formele evoluate. Desigur, procariotele sunt puse la baza arborelui filogenetic al lumii vii. Urmează eucariotele unicelulare, apoi organismele pluricelulare, care pot fi încadrate în regnuri diferite. Şi aici ne putem întreba: din momentul în care procariotele sunt depăşite evident de eucariote, ce sens mai are păstrarea lor în natură? Dacă am considera că procariotele nu sunt suficient de bine adaptate, că sunt depăşite de eucariote în această privință, am greşi grav. Procariotele sunt perfect adaptate la mediul de viață şi sunt perfect structurate față de cerințele lor de viață. De altfel, bacteriile din subregnul Archaea rezistă de la începutul timpului biologic. Fiecare etapă evolutivă din arborele filogenetic al lumii vii este păstrată funcțional şi conservată.

Asocierea celulelor şi formarea de colonii

Trecerea de la organismele unicelulare la cele pluricelulare a constituit un salt evolutiv remarcabil. Pluricelularitatea conferă avantaje evolutive deosebite, atât timp cât a fost promovată în toate grupele de plante, animale şi ciuperci şi nu numai.

Organismele unicelulare au populat singure Terra mai bine de două miliarde de ani. Deodată, apare modelul pluricelularității, care cunoaşte o dezvoltare exponențială. De ce?

Aplicând gândirea sistemică vom înțelege pe deplin că nu există viața în afara indivizilor. Nu există indivizi care să nu facă parte dintr-o anumită biocenoză. Indivizii nu pot trăi izolat, ei trebuie să intre în relație cu semenii lor şi cu celelalte specii. Între indivizi se realizează interrelații pe baza unor sisteme de comunicare (chimice, fizice, biologice). Indivizii realizează între ei **dialoguri semiotice**, chiar şi simple, altfel nu putem concepe existența unor demuri sau

populații. Biosemiotica probează existența comunicării în lumea vie. Se pare că, începând chiar cu bacteriile, apropierea dintre indivizi este benefică. Se întâmplă adesea ca, după diviziune, celulele fiice să nu se mai despartă şi să trăiască alipite. Formarea de colonii celulare ar constitui o etapă ce ar prefigura apariția organismelor pluricelulare. Chiar în cazul bacteriilor se formează asocieri de celule, unele fiind atât de constante încât capătă valoare taxonomică. Gruparea celulelor bacteriene se realizează în funcție de modul de diviziune şi de tendința celulelor de a rămâne lipite unele de altele. Astfel, bacteriile sferice, sau cocii, pot exista sub formă de coci solitari, sau se pot asocia câte doi formând diplococi (*Diplococcus pneumoniae*). Ei pot forma şiraguri de indivizi dând naştere la streptococi (*Streptococcus pyogenes*), sau pot realiza forma de tetradă (tetracoci), ca urmare a diviziunii după două planuri perpendiculare, aşa cum întâlnim la *Micrococcus tetragenus*. Dacă planurile de diviziune sunt orientate în trei direcții diferite rezultă o grupare de cuburi, sau baloturi, ce formează o aşa-numită **sarcină** (*Sarcina aurantiaca*). Când planurile de diviziune sunt orientate în mai multe direcții se obține o aglomerare sub formă de ciorchine, care formează aşa-numiții **stafilococi** (fig. 2.1).

Bacilii se pot grupa, formând astfel diplobacili sau streptobacili (dispuşi în lanț sau palisadă) (fig. 2.2), dar se pot dispune şi sub formă de rozetă (*Agrobacterium radiobacter*).

Tendința de asociere a celulelor bacteriene este determinată, probabil, de anumite avantaje pe care le prezintă indivizii, dar mai ales întregul constituit. Asocierea nu este întâmplătoare şi se realizează în mod specific. La **Caulobacter**, celulele se asociază prin intermediul unui peduncul (fig. 2.3), care are la capăt un disc adeziv sub formă de ventuză, fiind alcătuit dintr-un material lipicios. După diviziune, celula fiică este flagelată şi devine liberă. S-ar putea separa şi trăi în mod independent, fără nici o asociere. Totuşi, nu se întâmpla aşa. Celula fiică se orientează către celula mamă, îşi pierde flagelul şi începe

să-şi formeze pedunculul cu care se fixează. În culturile pure, se întâmpla ca unele celule fiice să roiască în mediu, împrăştiindu-se, după care se orientează unele către altele, se alipesc prin discurile adezive şi formează câte o rozetă. În felul acesta ne dăm seama că asocierea nu este întâmplătoare şi că indivizii comunică între ei. Pare nefiresc ca o celulă bacteriană să ştie poziția în care se află în raport cu alte celule semene, să se orienteze apoi corect şi să-şi coordoneze mişcarea pedunculului şi poziția discului adeziv pentru a forma rozeta. Celulele comunică între ele şi îşi transmit anumite informații. Biosemiotica probează existența discursurilor semiotice dintre indivizi.

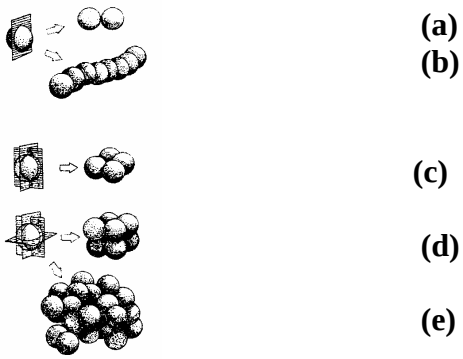

Fig. 2.1 Variante de aranjare a cocilor, în funcție de planurile de diviziune: a. diplococi; b. streptococi; c. tetradă; d. sarcină; e. stafilococi (după C. Măzăreanu, 1999)

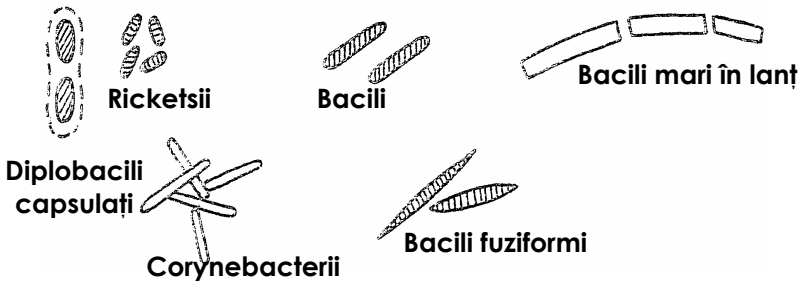

Fig. 2.2 Bacterii în formă de bastonaşe (după C. Măzăreanu, 1999)

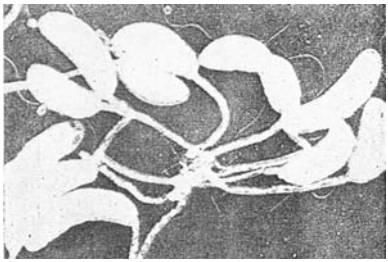

Fig. 2.3 Colonie de *Caulobacter bacterioides* (după G. Zarnea, 1983)

Cianobacteriile (Cyanobacteria) sunt unicelulare sau cenobiale (coloniale). Cenobiile au forme diferite şi pot fi chiar ramificate. Ceea ce este foarte important la cianobacterii este faptul că celulele pot suferi modificări morfofuncționale majore. Alături de celulele normale ale cenobiului se formează şi celule mari, incolore, numite **heterociste,** care nu au pigmenți clorofilieni, precum şi celule cu pereții îngroşați, care formează aşa-numiții **spori de rezistență** sau **artrospori** (fig. 2.4). Celulele nu prezintă flageli, dar rămân asociate datorită unei teci comune, gelatinoase, formată pe seama peretelui celular.

După cum putem observa, prin asocierea lor, celulele formează un cenobiu filamentos. Cianobacteriile, care se mai numesc şi alge albastre-verzi, se aseamănă foarte mult cu algele filamentoase, însă nu sunt indivizi, ci colonii (cenobii). În urma asocierii şi a conviețuirii în acelaşi cenobiu, indivizii încep să se diferențieze morfofuncțional, putând îndeplini roluri diferite, ceea ce avantajează întregul. La *Nostoc communis*, în masa gelatinoasă a cenobiului se pot observa filamente celulare cu heterociste. Filamentul se poate rupe în dreptul unui heterocist, dând naştere unui **hormogon**, cu funcție de reproducere.

Analizând filamentele de *Oscillatoria princeps*, te întrebi, pe bună dreptate, dacă este vorba de un individ sau de o colonie. Filamentul este atât de unitar, încât întrebarea este firească, cu atât mai mult cu cât filamentul execută anumite mişcări de rotire sau de alunecare. O

astfel de mişcare necesită o coordonare a activității indivizilor, ceea ce presupune comunicarea între indivizi.

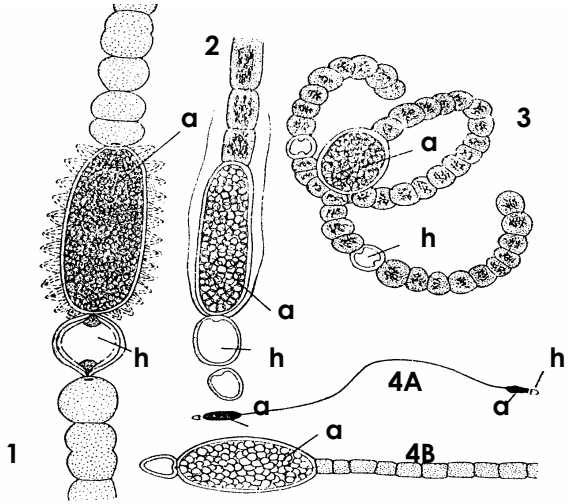

Fig. 2.4 Achineți 1. *Anabaena echinospora*, achinet (a) ornat, adiacent unui heterocist (h); 2. *Gloeotrichia echinulata*, bază de trichom cu achinet; 3. *Anabaena spiroides* f. *crassa*, fragment de trichom; 4. *Cylindrospermum licheniforme*: 4A, trichom cu un achinet şi heterocist la fiecare capăt al filamentului, 4B, detaliu (din Bourrelly)

Este vorba aici de o colonie de indivizi, nu de un individ pluricelular. Cenobiile par a fi ramificate, dar nu este o ramificare reală, ci aparentă. Unele filamente se pot rupe şi suferi o oarecare deplasare. Datorită faptului că celulele comunică între ele prin plasmodesme, întreaga colonie poate executa mişcări oscilatorii. Se presupune că aceste mişcări sunt avantajate şi de teaca gelatinoasă a coloniei. Se pare însă că mişcarea se poate realiza şi fără existența tecii. Bacteria *Beggiatoa alba* este, de asemenea, filamentoasă şi nu prezintă o teacă de protecție comună. Filamentele execută mişcări şerpuitoare prin care bacteriile îşi aleg locul cu o concentrație optimă de H_2S şi O_2. Faptul că filamentele de *Beggiatoa alba* îşi aleg mediul optim prezintă o importanță deosebită în ceea ce priveşte

capacitatea de a analiza şi a aprecia mediul în funcție de anumite calități ale sale.

Ne-am pus întrebarea: de ce a apărut tendința de asociere a unor indivizi unicelulari şi de formare a unor colonii? Asocierea aduce, desigur, unele avantaje. Trebuie să înțelegem că, în natură, 1+1 nu fac 2 ci, totdeauna, mai mult decât doi. Unirea a doi sau a mai mulți indivizi reprezintă mai mult decât o sumă, reprezintă un întreg, care posedă mai multe calități (mai multe valențe ecologice şi fiziologice) decât ar oferi o simplă sumă. Teoria sistemică susține acest mod de gândire. Un sistem biologic format din mai multe subsisteme câştigă caracteristici noi, în timp ce subsistemele pierd o parte din caracteristicile lor.

Întregul are însă însuşiri noi, pe care părțile luate separat nu le au. Aici trebuie să se afle secretul alipirii unor celule şi formării de colonii. Este o strategie care va fi mult valorificată pe diferite paliere ale evoluției vieții. Asocierea indivizilor apare ca o necesitate la multe specii şi reprezintă calea ce a condus la apariția organismelor pluricelulare. Există specii coloniale care se găsesc la limita pluricelularității. Să ne gândim doar la coloniile de *Volvox aureus*, a căror integralitate se apropie de aceea a unui individ pluricelular.

Cum s-a ajuns la astfel de colonii? Evoluția formelor coloniale este deosebit de interesantă. La Chlorophyceae, putem urmări trecerea gradată de la colonii simple la colonii deosebit de complexe.

Chlamydomonas angulata este o algă unicelulară care trăieşte în apele stătătoare (fig. 2.5). Ea prezintă doi flageli egali şi se mişcă activ în mediu. Se înmulțeşte atât asexuat, prin zoospori, cât şi sexuat, prin izogamie. În înmulțirea asexuată, celula îşi pierde flagelii şi devine imobilă. Nucleul, cromatoforul şi citoplasma se divid şi se formează 2-16 zoospori, fiecare cu câte doi flageli. Membrana celulară se gelifică şi zoosporii sunt puşi în libertate, formând astfel noi indivizi activi.

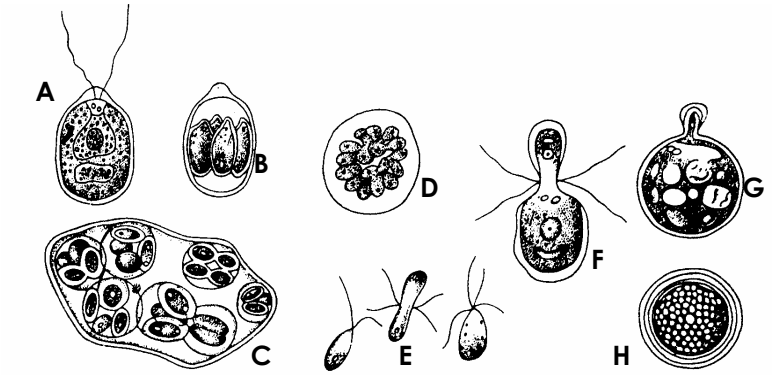

Fig. 2.5 *Chlamydomonas angulata:* A – în stare vegetativă; B – în stadiu de înmulțire asexuată, formarea a 4 celule noi; C – stadiu palmelar; D – formarea gameților; E – izogameți şi izogamia lor; F – heterogameți pe cale de fuziune (heterogamie) G – oogamia; H – oul sau zigotul (oosporul) (după E. Ghişa)

Pentru reproducerea sexuată se formează gameți (izogameți). Aceştia sunt asemănători între ei şi cu stadiile vegetative. Se formează, de obicei, mai mulți într-o celulă (până la 64), după care sunt eliberați. Apoi, are loc copularea şi formarea unui zigot, prevăzut cu un perete gros. Zigotul este singura formă diploidă. El se divide meiotic, după care începe germinarea. Unele specii prezintă heterogamie sau chiar ovogamie.

Pleurococcus vulgaris formează o colonie din doar două celule. Acestea sunt asemănătoare, însă rămân asociate; Sunt unite prin plasmodesme. Dacă sunt izolate, trăiesc independent şi fiecare reface câte o colonie formată din două celule.

Coloniile de *Gonium sociale* sunt formate din patru celule. La alte genuri perfect asemănătoare cu celule ce comunică între ele fiind legate prin plasmodesme, colonia se complică. Astfel, la speciile de *Eudorinella* şi *Stephanosphaera*, coloniile sunt formate din 8 celule, la *Gonium pectorale*, *Pandorina morum* şi *Volvolina ehrenbergi*, din 16 celule, iar la *Eudorina elegans* şi la unele specii de *Platydorina*, din 32 de celule (fig. 2.6).

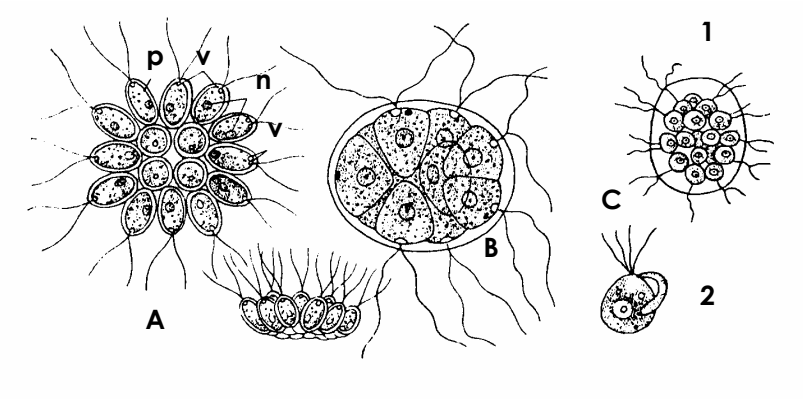

Fig. 2.6 A – *Gonium pectorale*, colonie văzută de sus (1) şi lateral (2); p – protoplasma; n - nucleu; v – vacuole; B – *Pandorina morum*, o colonie de 16 celule; C – *Eudorina* (1), alăturat (2) gameți în copulație (după E. Ghişa)

Ne putem da seama că aceste colonii se formează în funcție de numărul de diviziuni mitotice efectuate. Dacă celula mamă se divide o dată, atunci se formează o colonie cu două celule. Dacă au loc două diviziuni succesive, colonia va avea patru celule şi aşa mai departe. Putem întâlni colonii cu 64 de indivizi, cu 128 şi tot aşa, până ajungem la colonii formate din 4000-16000 de celule la *Volvox* şi la *Janetosphaera*.[3]

La coloniile formate din puține celule, indivizii sunt asemănători. Fiecare celulă are câte doi flageli egali, câte un cromatofor şi câte o stigmă roşie, care îndeplineşte funcția de pată ocelară. Celulele sunt legate între ele prin plasmodesme şi apar într-un tot unitar printr-o substanță gelatinoasă.

Cu cât numărul de celule din colonie devine mai mare, cu atât între ele încep să apară diferențieri morfofuncționale şi de natură ecologică.

La colonia formată din 16 celule, putem diferenția un ax morfologic, ceea ce ar însemna că se face primul pas pe calea integrării coloniale. Celulele din partea anterioară a coloniei vor prelua funcția de mişcare şi de orientare a coloniei. Deşi celulele diseminate pot trăi

independent şi pot forma noi colonii, constatăm că acestea au o structură constantă şi avantajoasă.

Este vorba de celule formate în urma unor diviziuni mitotice, ceea ce înseamnă că au absolut aceeaşi informație genetică. Cum se explică atunci diferențierea celulelor? Se pare că poziția celulelor în cadrul coloniilor determină modificările morfofuncționale. La coloniile cu 32 de celule, numărul stigmelor scade din partea anterioară către cea posterioară, ceea ce probează că doar celulele anterioare au rol în orientarea coloniei. În partea anterioară, însă, patru dintre celule se înmulțesc mai greu, sau chiar deloc, ceea ce face ca întregul să nu mai fie fragmentat. Diferențierile morfofuncționale devin din ce în ce mai accentuate la coloniile cu mai multe celule, astfel că, la *Volvox globator* şi *V. aureus*, colonia se comportă asemenea unui individ pluricelular. Reproducerea coloniei se face prin celule specializate, celelalte pierzându-şi această funcție.

La *Volvox aureus*, colonia are formă sferică şi este formată din 1000-1500 de indivizi, asociați într-o masă gelatinoasă. Indivizii plasați la periferia coloniei au câte doi flageli, dispuşi în exterior. Indivizii sunt legați prin plasmodesme, formând o rețea unitară şi complexă. Colonia prezintă un pol anterior şi unul posterior (fig. 2.7). La polul anterior, celulele sunt mai mari, au flagelii mai puternici şi stigmele mai bine dezvoltate. Celulele de la polul anterior realizează orientarea coloniei şi chiar hrănirea sa, având cromatoforii mai dezvoltați. La polul posterior, celulele au flagelii mai reduşi, la fel şi cromatoforii şi stigmele. Stigmele pot lipsi. La acest pol, cele mai multe celule îndeplinesc funcții de reproducere. Unele celule mai mari, de la polul sexual, numite **gonidii**, se divid longitudinal, multiplu, dând naştere unui număr de celule mai mici, care se ordonează cu flagelii la exterior şi formează o colonie fiică, ce rămâne în interiorul coloniei mamă.

Astfel se acumulează treptat mai multe colonii tinere, în interiorul celei materne, puse în libertate prin dezorganizarea coloniei vechi.

În acest timp, se realizează şi o reproducere sexuată, o oogamie tipică. Coloniile de *Volvox* sunt dioice. Anumite celule cu funcție de reproducere devin anteridii în coloniile mascule. Acestea dau naştere la mai mulți anterozoizi biflagelați. În coloniile femele, unele celule de la polul generator se transformă în **oogoane**, care formează oosfere. Copulația se face prin deplasarea anterozoizilor până la colonia femelă, unde se găsesc oosferele. Are loc aşadar formarea zigotului, care este învelit cu un perete cu un perete rezistent, devenind **oospor.** Primăvara oosporul suferă reducerea cromatică, iar celelalte celule ale coloniei degenerează; doar celulele rezultate din oospor vor forma noi colonii.

În ciclul biologic al speciilor de *Volvox* se observă aspecte extrem de interesante care merită toată atenția. Zigotul începe să se dividă şi formează o structură cu 8 celule, care reprezintă aşa-numita **placă gonială**.[4] Aceasta devine liberă şi edifică apoi un nou cenobiu. La un moment dat, când se formează colonia sferică, are loc o inversare a straturilor de celule; unele celule din interiorul coloniei trec la exterior, formând celule definitive. Aceasta ne aminteşte de inversiunea foițelor embrionare de la spongieri.

Structura coloniilor de *Volvox* este impresionantă. Ele par a avea toate atributele unor indivizi pluricelulari.

Am văzut că, la *Volvocale*, are loc o creştere a complexității structurii coloniilor. Ne-am convins că asocierea indivizilor unicelulari şi formarea unor colonii cu o structură mai simplă sau mai complexă reprezintă un avantaj pentru specie. Deci, formarea coloniilor şi trecerea la pluricelularitate reprezintă o strategie evolutivă.

Unele aspecte ni se par paradoxale. Dacă pluricelularitatea aduce avantaje, de ce unele specii s-au oprit la colonii formate din doar 2, 4 sau 8 celule?

De ce după o evoluție de sute de milioane de ani, n-au optat pentru colonii mai complexe, multicelulare? Se pare că nu a fost cazul. Se pare că aceste asocieri reduse le sunt suficiente în raport cu pretențiile lor de viață. Trebuie să înțelegem aşadar că evoluția nu-şi şterge urmele, ci le păstrează funcționale.

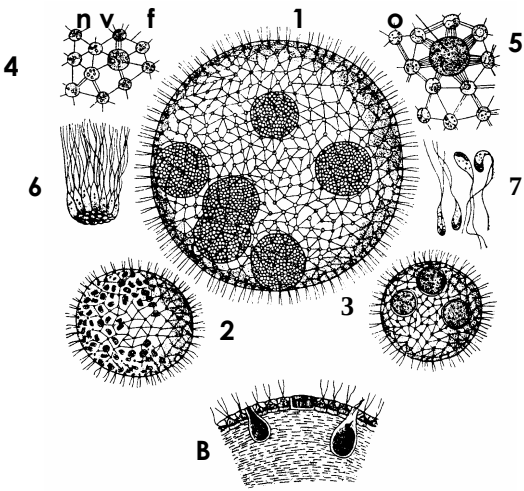

Fig. 2.7 A – *Volvos aureus*: 1 – colonie deplin dezvoltată cu şase alte colonii – fiice născute pe cale vegetativă; 2 – colonie cu anterozoizi; 3 – colonie cu 3 oosfere; 4 – o parte dintr-o colonie cu o celulă spermatogenă (anteridială); 5 – idem, cu o celulă oogonială (oosferă); 6 – forma anterozoizilor; 7 – anterozoizi liberi; B – *Volvox globator*: un sector în colonie: a – celule vegetative; b – anteridiu; c – oogon; d – fecundaţia (după E. Ghişa)

Revenim la frământările noastre. Dacă toate celulele unei colonii apar prin diviziunea mitotică, de ce mai are loc diferențierea morfofuncțională? Cine provoacă această diferențiere? Intrând în colonie, celulele se supun intereselor întregului. Teoria sistemică a dezvăluit faptul că orice sistem biologic are trei categorii de programe: **proprii, inferioare** şi **superioare**. Celulele libere (solitare) au, de asemenea, programe proprii, inferioare şi superioare. Prin programele inferioare controlează şi coordonează activitatea organitelor. În acelaşi timp, ele se supun programelor superioare, deci ale populației sau speciei. Asociindu-se în colonii, celulele se supun programelor nivelului superior, deci ale coloniei. Asociindu-se în colonii, celulele pierd anumite calități, în schimb întregul câştigă calități noi, pe care nu le au părțile componente luate în parte. Din momentul în care se formează o colonie, toate celulele ajung să depindă în existența lor atât unele de

altele, cât şi de întregul din care fac parte. Funcționând ca un întreg, colonia trebuie să aibă o activitate coerentă, ce trebuie să asigure existența tuturor indivizilor asociați şi continuitatea prin reproducere. Dacă sunt puține celule, acestea îşi păstrează forma, funcționalitatea şi capacitatea de reproducere. Fiecare celulă îşi asigură, în mod independent, nutriția. Odată cu creşterea numărului de celule, colonia trebuie să se orienteze înspre o anumită direcție, ce poate fi dată de căutarea luminii, a CO_2 şi a nutrienților şi, desigur, de depistarea unor condiții neprielnice sau a unor duşmani. Pentru a asigura o anumită direcție, trebuie să se realizeze polarizarea coloniei.

Polarizarea poate fi asigurată prin participarea constantă a unor celule la mişcare. Celulele de la polul cu rol de mişcare vor avea flagelii mai puternici. Mişcarea se face pe direcția luminii optime, hrănirea fiind exclusiv autotrofă. Ca urmare, şi cromatoforii vor fi mai dezvoltați şi, ca şi stigmele; dimpotrivă, celulele (indivizii) de la polul sexual nu mai au nevoie de flageli puternici şi nici de cromatofori mari, în schimb preiau funcția de reproducere. Ce înseamnă aceasta din punct de vedere genetic, atâta timp cât toți indivizii au absolut aceeaşi informație genetică? Aici este ascuns secretul acestei strategii. Genele sunt absolut aceleaşi. Trebuie să înțelegem însă că nu toate genele funcționează în acelaşi timp. Indivizii plasați la polul anterior au activate genele care controlează dezvoltarea şi activitatea flagelilor, a cromatoforilor şi a stigmelor, în timp ce indivizii de la polul sexual au aceste gene blocate şi devin active genele care favorizează reproducerea. Este ceea ce am numi o **ecologie somatică**. În întregul pe care îl formează colonia, toți indivizii depind în existența lor unii de alții şi se influențează reciproc. În funcție de raportul dintre celule şi de poziția lor în cadrul coloniei, celulele pierd anumite calități şi execută programe diferite. Celulele învață să-şi cunoască poziția în cadrul întregului, să-şi execute programele, dar ştiu în acelaşi timp care sunt celulele învecinate şi ce anume realizează ele. Este ca şi cum celulele s-ar informa reciproc, ca şi cum ar realiza un permanent dialog semiotic. Diferențierea morfofuncțională

şi a comportamentului celular se găsesc sub controlul întregului. Acesta îşi impune programele prin care controlează existența părților componente, pe de o parte (prin programele inferioare) şi programele pentru sine, prin care îşi asigură integralitatea şi supraviețuirea, pe de altă parte. Ne vom convinge pe parcurs de faptul că celulele care formează o colonie, nu numai că depind în existența lor unele de altele, dar şi colaborează la realizarea întregului din care fac parte. Ele realizează un mutualism simbiotic canalizat spre înfăptuirea interesului comun.

Un caz particular îl prezintă coloniile de Choanoflagellata.[5] Unele specii de tipul *Codonosiga botrytes* şi *Codonocladium umbelatum* au coloniile fixate, homonome, la care indivizii sunt legați între ei, întreaga colonie capătând un aspect de umbelă (fig. 2.8). Indivizii sunt perfect asemănători şi au celula de tip coanocit (cu un singur flagel, înconjurat la bază de un guleraş). Coloniile sunt fixate prin câte un peduncul, care are un disc adeziv. Ne dăm seama că astfel de colonii nu vor conduce la diferențierea morfofuncțională a indivizilor şi, totuşi, indivizii se asociază. Colectivitatea trebuie să le asigure un avantaj. Este mai greu să-l definim. În schimb, foarte interesante sunt coloniile de Proterospongia (fig. 2.9).

La acestea, coloniile sunt formate din indivizi de tip coanoflagelat şi de indivizi mai mult sau mai puțin ameboizi, asamblați într-o matrice gelatinoasă. Cu siguranță că aici a avut loc o diferențiere morfofuncțională a indivizilor. Mai mult decât atât, la *Proterospongia choanjuncta* se trece, în ontogeneză, printr-un stadiu coanoflagelat solitar, sedentar, care poate deveni însă şi liber, zooplanctonic, şi o formă motilă, colonială, care se deplasează liberă în pelagial.[6] Mai mult decât atât, dacă sunt diseminate, celulele din forma motilă pot trăi liber (fig. 2.10). La *Proterospongia haeckeli* colonia este liberă şi prezintă celulele diferențiate morfofuncțional. Comparând speciile de *Proterospongia*, descoperim calea edificării unor astfel de colonii. Nici de data aceasta evoluția nu-şi şterge urmele.

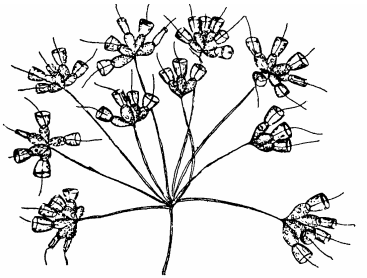

Fig. 2.8 *Codonocladium umbellatum* (după Barnes, 1974)

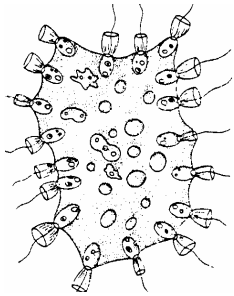

Fig. 2.9 *Proterospongia haeckeli* (după Barnes, 1974)

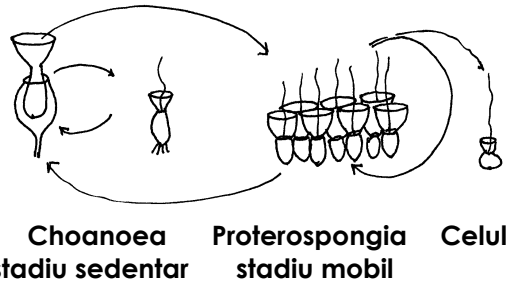

Fig. 2.10 Colonie homonomă de Choanoflagelate (după E. Ruppert and Barnes, 1994)

Interacțiunile pozitive dintre organisme sunt relații de tip cooperant, ce oferă importante avantaje partenerilor. Astfel de interacțiuni măresc viteza de creştere a organismelor asociate. Interacțiunile pozitive sunt caracteristice indivizilor aceleaşi specii. Coloniile de bacterii

asigură indivizilor agregați o mai eficientă utilizare a resurselor disponibile. În cadrul coloniilor, toate funcțiile organismelor se manifestă cu o mai mare eficiență (în ocuparea mediului în asigurarea hranei şi chiar în reproducere).

Cu siguranță, formarea coloniilor de microorganisme este o adaptare bazată pe interacțiuni cooperante în cadrul populației. Interacțiunea cooperantă are la bază comunicarea între parteneri, ceea ce înseamnă dialog semiotic. *Dictyostelium discoideum* formează colonii masive, care ocupă anumite spații prielnice pentru hrană. Celulele sunt extrem de simple, ameboide, totuşi comunică între ele şi asigură căutarea cooperantă a resurselor de nutrienți. Se consideră că emiterea de enzime extracelulare de către unii membri ai coloniei ar face substratul disponibil pentru toți membrii coloniei. Cu cât colonia este mai mare, cu atât eficiența folosirii nutrienților este mai mare. Coloniile mobile asigură avantaje prin posibilitatea căutării unor noi resurse de nutrienți. Interacțiunile cooperante prezintă importanță ecologică şi evolutivă diferită, făcând posibilă apariția de structuri particulare, sau chiar de organisme noi (în cazul lichenilor).

Coloniile masive de *Dictyostelium discoideum* se mențin active prin dialogul semiotic dezvoltat între indivizii ameboizi. Este ca şi cum aceştia ar simți prezența în preajmă a semenilor şi nu s-ar lăsa izolați, descoperiți în condiții de impas. Că este aşa ne dăm seama în momentele de criză prin care trece colonia. Celulele se divid binar de-a lungul a sute sau mii de generații succesive. Când hrana se epuizează, sau când anumiți factori ai mediului devin defavorabili, apare un fenomen de agregare, care conduce la formarea de spori. Una dintre celulele coloniei, cea care a perceput situația creată, lansează un semnal de chemare, de agregare. La acest semnal răspund câteva sute de mii de indivizi. Într-o colonie se pot constitui mai multe centre de agregare. Celulele se adună, se aşează unele peste altele şi formează o masă gelatinoasă, de formă alungită (fig. 2.11).

Am greşi dacă am crede că se formează o structură dezordonată de celule (indivizi). Agregatul se fixează, iar celulele încep să execute o serie de mişcări morfogenetice precise, ce conduc la realizarea unor structuri caracteristice acestei specii.

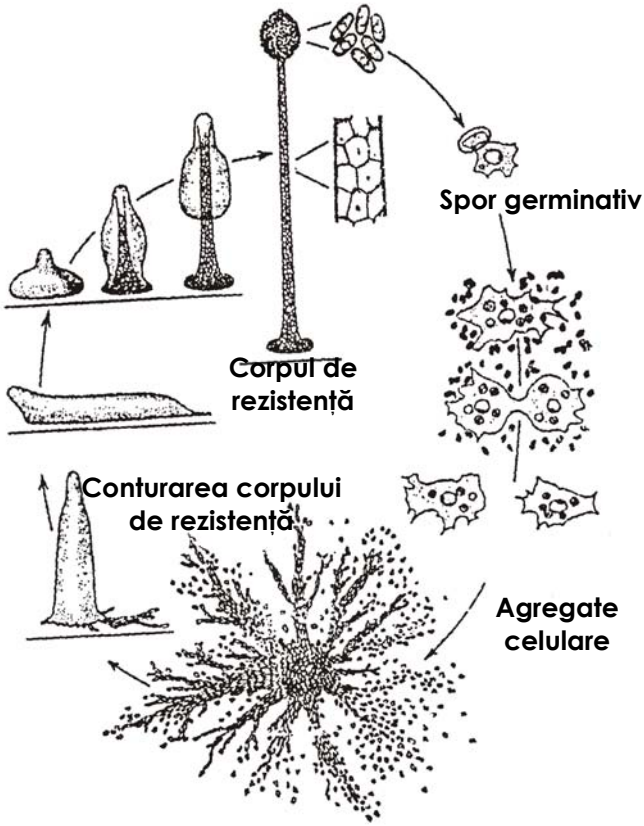

Fig. 2.11 Ciclul biologic al speciei *Dictyostelium discoideum* (după Barnes, 1974)

În cadrul acestui agregat, o aglomerare sferică de celule se ridică pe o tijă verticală, formată din celulele anterioare. Tija este întărită de sisteme speciale de celule care secretă un perete celulozic; deci, unele celule vor forma partea periferică a tijei. Pe măsură ce tija creşte, celulele sintetizează celuloză, pe care o depun, formând o teacă comună.[7]

Pentru a putea fi ridicată în vârful tijei, masa centrală de celule execută o serie de mişcări ordonate. Unele celule din vârf coboară, iar altele de la bază urcă, astfel că poziția anumitor celule nu este indiferentă. La o specie atât de primitivă, mişcările par excesiv de bine coordonate.

Există o diferențiere între celulele care se agregă? Care ar fi principiile după care se realizează trierea celulelor şi de ce sunt necesare aceste mişcări morfogenetice?

Semnalul de alarmă pentru adunare, în vederea agregării, este dat de sinteza unei substanțe numită **acrasină**. Acrasina devine semnal pentru agregare, stimulând secreția de acrasină şi la celelalte celule. Este ca şi cum semnalul de adunare „auzit" de celulele din jur le determină să răspundă la chemare prin mişcare însă, în acelaşi timp, fiecare celulă lansează, la rândul său, un astfel de semnal pentru celulele mai îndepărtate. Celulele se diferențiază între ele în funcție de cantitatea de acrasină sintetizată.

Dialogul semiotic inițiat de prima celulă se intensifică din ce în ce mai mult prin sinteza de acrasină, căpătând conținut şi semnificație diferită, deoarece, în edificarea întregului, a sporilor de rezistență, se sintetizează opt tipuri diferite de acrasină.

Procesul inițierii agregării depinde de prima celulă, care începe să producă acrasină înaintea celorlalte. Este ceva asemănător cu celulele „pace maker" ale inimii, care pot iniția bătaia acesteia. Celulele „pace maker" sunt cele care şi-au dobândit primele excitabilitatea şi care se descarcă electric înaintea celorlalte.

Dialogul semiotic nu constă doar în semnalul de agregare lansat în cadrul coloniei. El continuă pe parcursul întregului proces de edificare a sporilor. Limbajul complicat

întreținut de cele opt tipuri de acrasine asigură desfăşurarea programului de edificare, diferențierea comportamentului celular şi activitatea funcțională a celulelor.

Diferențierea celulelor se realizează în timpul fazei multicelulare în funcție de încărcătura cu acrasine. Astfel, dacă se practică o secțiune la limita dintre celulele anterioare şi cele posterioare, se obțin două mase variabile. Acestea se reorganizează şi dau structuri perfect asemănătoare, însă mai mici. Coerența dialogului semiotic dintre celule nu este blocată. Fiecare jumătate se restructurează, caută să-şi refacă partea lipsă. Celulele jumătății posterioare încep să se comporte asemenea unor celule anterioare, iar în jumătatea anterioară a secțiunii, celulele de la bază (din dreptul secțiunii) îşi schimbă programul şi încep să se comporte asemenea unor celule posterioare, refăcând partea lipsă.

Celulele speciei *Dictyostelium discoideum* se pot hrăni şi se pot reproduce cu eficiență remarcabilă ca celule individuale. Aşa cum subliniam la început, aceasta nu înseamnă că celulele coloniei nu intră în dialog semiotic, că nu-şi simt partenerii din jur şi că, colonia nu formează un tot. Trecerea la starea pluricelulară este orientată către depăşirea unei stări de criză şi pentru cucerirea altor medii. Agregarea şi realizarea structurilor pluricelulare se realizează pe baza unui program superior (al speciei sau populației) executat prin interacțiunile cooperante ale celulelor.

Programul se desfăşoară algoritmic, iar celulele agregatului funcționează ca un tot, conjugându-şi acțiunile în vederea realizării acestui program. Unele celule pot lipsi, pot să moară, lăsând locul altora. Dialogul semiotic este continuu. Cu cât colonia este mai complexă, cu atât se poate evidenția manifestarea unei adevărate ecologii somatice. Celulele se diferențiază sau se dediferențiază, în funcție de necesitățile întregului, de poziția lor în cadrul complexului, de relațiile dintre celule şi dintre celulele externe şi mediu.

Anumite categorii de gene sunt blocate iar altele sunt activate, în funcție de necesitățile impuse de program.

Formarea de colonii oferă avantaje adaptative chiar şi organismelor mobile. Deşi unele organisme sunt mobile, cu posibilitate de a trăi liber, la o oarecare distanță unele de altele, asta nu înseamnă că nu comunică între ele, că nu se simt în cadrul coloniei pe care o formează, chiar dacă aceasta nu are o structură fizică bine conturată.

Pluricelularitatea ca direcție evolutivă majoră

Organizarea pluricelulară trebuie privită ca un instrument strategic ce permite organismelor să-şi consolideze poziția într-o lume dominantă de organisme unicelulare.

Pluricelularitatea trebuie văzută nu numai prin prisma avantajelor oferite de specializarea şi diferențierea morfo-fiziologică a celulelor, ci şi în funcție de aspectele ecologice şi chiar etologice noi, reprezentând o direcție evolutivă majoră. Se pune problema unei comunicări coerente şi bine puse la punct între celulele (indivizii) care se asociază.

Trebuie să descoperim căile noi pe care acest tip de organizare le deschide în evoluția viului. În ciuda limitelor lor dimensionale, organismele unicelulare se comportă ca un întreg bine definit.

Într-o analiză comparativă cu organismele pluricelulare, la care diferitele organe îndeplinesc funcții bine conturate, la cele unicelulare se dezvoltă diferite tipuri de organite, care pot îndeplini aceleaşi funcții. Se pare însă că animalele pluricelulare au posibilitatea să exploateze mai bine mediul, că au o paletă mult mai mare de a prinde prada şi că pot prospera mult mai uşor prin acest sistem de organizare.

Indivizii unicelulari se asociază şi formează colonii. Coloniile pot avea o structură mai mult sau mai puțin complexă, în funcție de diferențierea morfofuncțională a celulelor. Dacă fiecare organism unicelular prezintă o structură mai mult sau mai puțin adaptată la mediul de viață şi mai ales la modul de viață şi la pretențiile față de mediu, colonia trebuie să se comporte, de asemenea, ca

un tot unitar. De aceea, se impune structurarea unor formațiuni ale coloniei, care să preia unele funcții indispensabile existenței întregului. Celulele care se asociază şi formează o colonie şi apoi un individ pluricelular nu dispar ca entități. Ele continuă să trăiască şi să interacționeze între ele în vederea realizării unei structuri funcționale. Fiind vorba de îndeplinirea unor funcții diferite, acestea sunt preluate de anumite grupări celulare în cadrul coloniilor, sau de anumite celule care se integrează în structura unui anumit organ în cadrul unui individ pluricelular.

Organismele pluricelulare vor avea structuri particulare, în funcție de nivelul de evoluție la care se găsesc. Între aceste structuri se evidențiază componentele celulare şi organizarea epitelială.

Componentele celulare. Un organism pluricelular (ca de altfel şi o colonie) este bine delimitat la exterior. Elementele externe nu sunt formate numai din celule. Cuticula care acoperă corpul insectelor, cochilia calcaroasă a moluştelor şi teaca gelatinoasă a hidrozoarelor nu prezintă structuri celulare. Ele sunt generate de celule, dar nu au celule în structura lor. De altfel, chiar tecile care protejează coloniile unor bacterii nu au structură celulară. Celulele externe care formează ectodermul trebuie să aibă anumite particularități structurale pentru a asigura o bună delimitare a organismului. Ele formează un strat extern, ectodermul, care constituie un epiteliu. Celulele epiteliale trebuie să fie strâns lipite între ele pentru a nu lăsa porți de intrare pentru diferite microbiote sau substanțe nocive. Aceasta înseamnă că, pentru a putea îndeplini o astfel de funcție, o anumită categorie de celule va suferi o serie de modificări adaptative.

Organizarea epitelială. Atât la plante cât şi la animale, structurile externe formează epiderma. Diferențierea celulară în epidermă este destul de complexă, începând de la hidră, în ciuda simplității sale structurale.

Dacă exteriorul corpului este protejat de structuri epiteliale, atunci şi interiorul său va trebui să fie protejat de structuri asemănătoare. Astfel, se formează un endoderm cu caracteristici structurale asemănătoare, unele celule îndeplinind însă şi alte funcţii (cum ar fi cea digestivă).

La *Hydra*, fiecare celulă se află, mai mult sau mai puţin, în contact direct cu mediul (apa la exterior şi hidrolimfa la interior).

Deşi integrarea celulară nu este pe deplin realizată, la *Hydra* reacţiile de coordonare sunt deosebit de rapide şi de mare fineţe. Acest lucru nu ne miră deoarece, prin diferenţierea celulară, s-a ajuns la formarea primelor elemente neurale şi la apariţia mişcărilor de tip reflex.

Unul din cele mai impresionante aspecte referitor la comportamentul acestor celule este următorul: *Hydra,* ca organism pluricelular, se reproduce pe cale asexuată şi sexuată, dar unele celule îşi păstrează capacitatea continuă de diviziune. O anumită zonă de celule, de la mijlocul polipului, se divide permanent, dând naştere unor noi straturi celulare. Se constituie astfel o zonă de creştere ce funcţionează asemenea meristemelor de la plante.

Astfel, *Hydra* manifestă o interesantă formă de „nemurire" potenţială, prin aceea că întreaga sa populaţie celulară se reînnoieşte o dată la câteva săptămâni, ceea ce se întâmplă, de fapt, şi la polipii hexacoralilor. Celulele noi se deplasează treptat spre talpă, sau spre vârful tentaculelor, înlocuindu-le pe cele vechi, care sunt eliminate (**Brien,** 1950)[8]. *Hydra* îşi menţine forma într-un mod asemănător cu un vârtej de apă. În cadrul unei structuri permanente se formează neîncetat elemente celulare efemere noi, care se deplasează de-a lungul organismului, îmbătrânesc şi mor, părăsind apoi animalul. Iată aici un element de bază al strategiei evolutive de tip pluricelular. Indivizii unicelulari au o existenţă mai mult sau mai puţin efemeră. Se divid şi dau naştere la indivizi noi. Prin asociere, ei formează structuri a căror existenţă în timp este considerabil mai mare. Chiar dacă celulele continuă să moară, ele sunt înlocuite de celule noi, ce asigură întregului o longevitate mărită.

Chiar în cazul organismelor umane, edificarea corpului se face prin naşteri şi morți celulare. Dacă la hidră reînnoirea celulară se face integral, repetându-se la nesfârşit, la animalele superioare apar celule care nu pot fi schimbate. Este vorba, în primul rând, de celulele nervoase şi de cele musculare striate. În această situație, astfel de celule au un câştig incredibil în ceea ce priveşte longevitatea. Iată caracteristici noi, ce marchează avantajul evolutiv al pluricelularității. Însă, oricare ar fi avantajul conferit pluricelularității, el este dependent de stabilitatea simultană a mecanismelor integratoare. Aceste mecanisme se conturează, în mod evident, chiar la unele specii coloniale primitive. La *Dictyostelium discoideum*, e exemplu, secreția de acrasine prin care se stabileşte echilibrul între numărul de celule care vor forma tija şi cele care vor forma sporii, ca şi coordonarea activității flagelilor la coloniile de *Volvox*, sunt nu numai frumoase exemple de coordonare intercelulară, ci, foarte probabil, şi condiții sine *qua non* ale succesului acestor specii în natură.

Edificarea structurile pluricelulare

Apariția structurilor pluricelulare solicită trei proprietăți cu totul caracteristice: coeziunea, diferențierea celulară şi existența unui material acelular cu funcție unificatoare.

Coeziunea are la bază imposibilitatea celulelor de a se separa total după mitoză. Mecanismele prin care aceasta se realizează sunt diferite. O modalitate mai comună presupune înglobarea celulelor fiice în învelişul materialului gelatinos extracelular, secretat de celula mamă.

Coeziunea reprezintă efectul integrat al aderențelor intercelulare, adică al capacității celulelor de a se lipi unele de altele. În felul acesta, aderențele celulare asigură existența unei colonii ca un tot unitar, chiar şi atunci când aceasta pare mai puțin realizată.

În cea mai mare parte, animalele îşi datorează rezistența lor mecanică secreției unor proteine fibroase,

cum ar fi colagenul, şi mai multor materiale necelulare care asigură rezistența, cum ar fi condroitinsulfatul, cuticula, oseina, condrina etc. În embrioni, aceste materiale se găsesc în cantități mici, însă integritatea lor mecanică se bazează pe aderența celulelor. Mai mult decât atât, la aproape toate animalele, embrionii sunt acoperiți de membrane protectoare. Dacă embrionul este scos din astfel de membrane, el devine foarte fragil şi se poate dezorganiza, iar dacă este supus unui tratament cu enzime proteolitice, celulele sale se separă.

Organele tridimensionale

La *Volvox* şi la *Dictyostelium* putem descrie aranjamentul şi diferențierea fiecărui tip celular. De asemenea, putem explica şi calea prin care s-a format fiecare celulă şi funcțiile pe care le îndeplineşte în cadrul întregului. La organismele pluricelulare, care sunt mai complexe, acest lucru este mai greu de realizat.

La *Hydra*, despre care aminteam anterior, deosebim un „nivel tisular" de organizare, deoarece principalele structuri ale corpului derivă din diferențieri ale celor două foițe embrionare (ectoderm şi endoderm). Tot aici, sistemul nervos este de tip difuz, deci putem afirma, fără teama de a greşi, că în cazul hidrei întâlnim primul mecanism reflex.

La organismele mai complexe apar organe tridimensionale, care preiau anumite funcții ale corpului. Acestea nu pot fi reduse la existența doar a două straturi celulare, ci trebuie să intervină şi un al treilea strat, care este mezodermul.

La unele structuri coloniale pluricelulare, funcția unor organe este preluată de anumiți indivizi, care se metamorfozează în vederea îndeplinirii funcției respective. Să ne referim doar la gastrozoizii, dactilozoizii şi gonozoizii din structura unor hidrozoare coloniale.

Structurile epiteliale persistă la toate animalele, ele vor fi însă separate de un strat intermediar, mezodermul, care preia funcțiile vasculare şi de legătură, formând şi unele părți ale scheletului. De cele mai multe ori, organele

tridimensionale sunt de natură mezodermică (ficatul, pancreasul, rinichiul etc.), chiar dacă păstrează şi structuri epiteliale ectodermice sau endodermice. Structura mixtă sporeşte complexitatea arhitectonică a organelor. Este suficient să arătăm că, la cele mai multe animale, tubul digestiv are o structură complexă. Epiteliul şi ţesutul conjunctiv formează straturi morfologice distincte, separate prin structuri musculare, în timp ce peritoneul (un epiteliu de natură mezodermică) acoperă tubul digestiv şi îl ancorează de peretele corpului.

Pentru a înţelege mecanismele prin care un organ tridimensional complex îşi îndeplineşte funcţiile sale este necesar să analizăm diferenţierea, aranjamentul şi activităţile celulelor individuale.

Celulele individuale ce intră în structura unor organisme pluricelulare trebuie să se integreze în anumite formaţiuni funcţionale, transformându-se adaptativ în vederea îndeplinirii funcţiilor respective.

Pentru a forma organe, celulele corpului trebuie să realizeze anumite mişcări morfogenetice. În edificarea corpului, în ontogeneză, se porneşte de la o singură celulă – celula-ou. Diviziunea celulei-ou se face prin mitoză. Celulele rezultate formează, tot prin mitoză, celelalte celule ale corpului. Migrarea celulelor şi creşterea lor diferenţiată reprezintă două mecanisme prin care se formează organele. Ni se pare impresionantă migrarea celulelor în formarea structurii de rezistenţă de la *Dictyostelium mucuroides,* deşi impresionantă nu este structura care se formează, ci faptul că nişte celule libere se asociază şi se lasă mânate într-o direcţie sau alta, fără a se opune şi fără a evita sfârşitul sub o formă oarecare. Formarea unor structuri complexe de tipul ochiului de la cefalopode sau de la vertebrate impresionează cu adevărat şi suntem interesaţi să înţelegem mecanismele care stau la baza edificării unor astfel de organe.

Procesul de organogeneză, care se petrece într-un embrion de vertebrat, şi nu numai, se bazează pe mişcările morfogenetice, care par a se desfăşura pe baza unor programe perfect puse la punct, pe de o parte, şi strict

monitorizate, pe de altă parte. Desigur, astfel de expresii sunt supărătoare, deoarece se merge prea departe cu antropomorfismul. Dorim însă să subliniem faptul că desfăşurarea programelor de organogeneză se realizează după reguli perfecte şi stricte.

La animalele pluricelulare, diviziunea zigotului se realizează, în modalități diferite de la o încrengătură la alta şi chiar de la o clasă la alta, în cadrul aceleiaşi încrengături.

Putem examina diviziunea celulară şi mişcările morfogenetice ale celulelor în timpul edificării unui embrion aşa cum nişte extratereştri, venind din cosmos, ar studia Pământul.

Geometria diviziunii zigotului diferă de la o grupă de animale la alta, în funcție de structura oului şi de cantitatea de vitelus care stă la dispoziția embrionului pentru hrană.

În ouăle sărace în vitelus (echinoderme, mamifere etc.) se divide întreaga celulă-ou, în mod egal sau inegal, şi se formează o blastulă, care are o cavitate generală primară sau un blastocel (fig. 2.12 a).

În situația în care ouăle au o mare cantitate de vitelus (la peşti şi la păsări), nu are loc diviziunea întregului ou. Citoplasma formativă se localizează pe o anumită latură a vitelusului şi se divide, formând o calotă superficială de celule, fără ca vitelusul să se dividă (fig. 2.12 c şi d). Astfel se formează un aşa-numit blastoderm, un echivalent al blastulei.

Blastula este formațiunea inițială de la care se porneşte în edificarea unui embrion. După forma şi structura sa se diferențiază diferite modalități de formare a gastrulei şi apoi a embrionului.

Formarea gastrulei este esențială, deoarece reprezintă trecerea de la o singură foiță embrionară la două foițe (ectoderm şi endoderm) şi prefigurează şi modalitatea de formare a celei de a treia foițe, mezodermul.[9]

Dacă ne referim la formarea gastrulei la amfioxus, vedem că se începe de la o blastulă formată din două tipuri de celule, polarizate diferit (blastomere mai mici,

aşezate la polul animal şi blastomere mai mari, la polul vegetativ) (fig. 2.13).

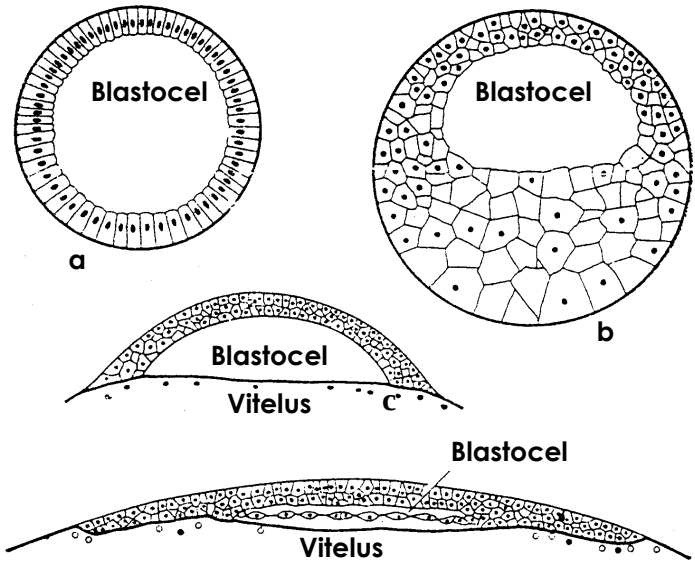

Fig. 2.12 Comparație între diferite tipuri de blastule: a. Echinoderme; b. Amfibieni; c. Peşti osoşi; d. Păsări (după B.I. Balinsky, 1960)

Formarea gastrulei are loc prin invaginare. Celulele de la polul vegetativ încep să pătrundă în cavitatea blastulei, în blastocel, până când ajung la nivelul ectodermului formând astfel o structură cu două straturi de celule (ectodermul şi endodermul) şi cu o cavitate unică, numită cavitate digestivă, care comunică cu exteriorul prin blastopor. Celulele de origine mezodermică sunt antrenate cu cele ale endodermului. Mezodermul va da naştere la țesutul conjunctiv, țesutul muscular şi țesutul de susținere.

Cele trei foițe embrionare fiind individualizate, se trece la faza de organogeneză. Embrionul prezintă la exterior ectodermul, iar la interior endodermul. Ectodermul dă în partea anterioară stomodermul, iar în cea posterioară

proctodermul. Dorsal intestinului se formează notocordul, iar deasupra lui se plasează tubul neural (fig. 2.14).

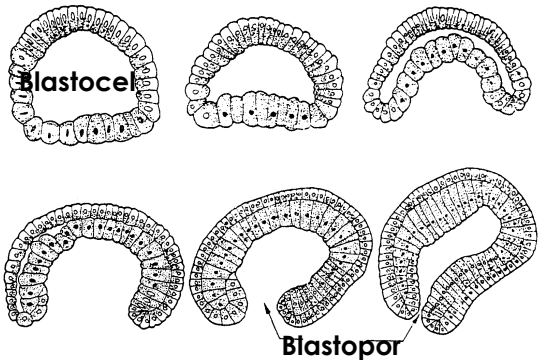

Fig. 2.13. Gastrulația la *Amphioxus* (după E.G. Conklin, 1932)

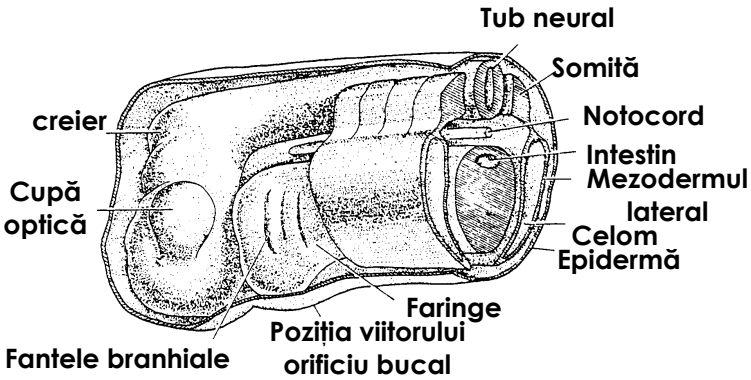

Fig. 2.14. Structura embrionului la vertebrate. Este reprezentată numai jumătatea anterioară; epiderma a fost îndepărtată de pe partea stângă pentru a expune structurile interne (după C.H. Waddington, 1956)

De o parte şi de alta a tubului neural şi a notocordului se află aşa-numitele somite, formate pe seama mezodermului. Aceste aspecte sunt arhicunoscute. Ceea ce ne interesează este modul în care se realizează

mişcările morfogenetice, căci nimic nu se desfăşoară la întâmplare.

Oul se divide şi se formează mai întâi o morulă, deci o aglomerare de celule egale sau inegale. Acestea se vor aranja într-un singur strat şi se vor forma blastule. Celulele se vor diferenția şi vor suferi ample mişcări morfogenetice. Care sunt factorii ce realizează diferențierea? Prezintă vreo semnificație poziția lor în morulă? Are oul deja schițate anumite zone, în funcție de care celulele se diferențiază? Care sunt mecanismele ce declanşează organogeneza şi cum? Iată o serie de întrebări la care trebuie să găsim răspunsuri, pentru a putea înțelege edificarea unui organism.

Dacă am putea marca anumite zone din conținutul oului am putea urmări transformările ulterioare.

E.G. Conklin[10] a sesizat existența unor pete pe ouăle de *Styela* imediat după fecundare. Localizarea acestor pete de culoare galbenă se păstrează şi la morulă şi la blastulă. Celulele formate nu diferă structural prin nimic, însă aceste pete de culoare permit urmărirea lor şi în stadiul de gastrulă şi chiar în organogeneză. Celulele colorate în galben se deplasează unitar şi dau naştere mezodermului (fig. 2.15).

Wilhelm Vogz[11] a folosit markeri artificiali şi a marcat poziția celulelor la o blastulă de amfibian. În felul acesta el a reuşit să urmărească drumul parcurs de anumite categorii de celule, mecanismele mişcărilor şi factorii care dirijează celulele spre localizarea finală. Mişcarea anumitor celule se realizează prin mecanisme amoeboide, altele se mişcă împreună cu foițele embrionare.

În fig. 2.16 putem urmări marcajele efectuate pe suprafața blastulei unui batracian. Se pot recunoaşte zonele marcate la nivelul gastrulei şi apoi dispoziția lor în structura embrionului. La nivelul blastulei, pozițiile 1-4 se pot evidenția în zona medio-dorsală a gastrulei, apoi pot fi recunoscute în structura tubului neural. Când mişcarea celulelor se face în mod grupat, cu anumite porțiuni din foițele embrionare, înțelegerea este mai facilă. Când celulele se deplasează mai mult sau mai puțin separat, prin

mişcări amoeboide, deplasarea pare incredibilă. Celulele parcă ştiu dinainte unde trebuie să meargă, cu cine să se întâlnească şi la ce fel de formațiuni să dea naştere. O astfel de prezentare pare a fi ruptă de realitate.

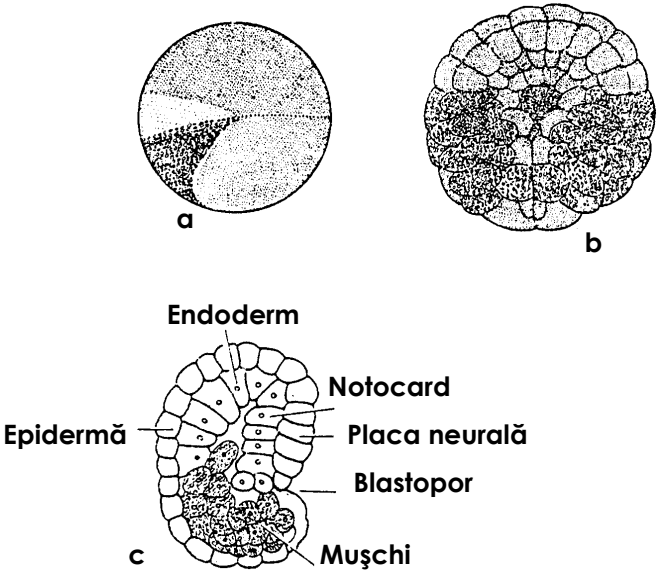

Fig. 2.15 Localizarea pigmentului galben în decursul primelor stadii ale dezvoltării oului la *Styela*. a – vedere laterală a oului fecundat; b – vedere posterioară a unei gastrule tinere; c – secțiune longitudinală prin gastrulă la sfârşitul gastrulării. Celulele pigmentate apar în structura mezodermului (după C.H. Waddington, 1956)

H.V. Wilson[12] a realizat un experiment cu totul inedit: a trecut un spongier adult printr-o sită de mătase, obținând astfel o suspensie de celule, ținute în apă de mare. Celulele au căzut la fundul vasului şi au fost amestecate. După ce s-au liniştit, celulele au început să execute mişcări amoeboide în anumite direcții. Se credea că aceste mişcări sunt anarhice, dar nu este aşa. Celulele intrau în contact unele cu altele de parcă se recunoşteau sau nu, iar în final s-au dispus pe două cercuri concentrice, după modelele aranjamentului specific spongierului adult.

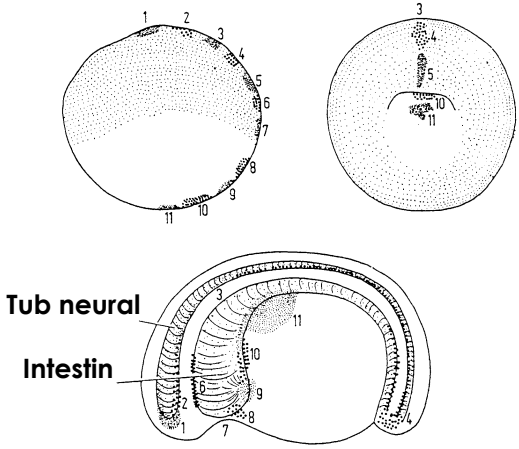

Fig. 2.16 a - Marcaje aplicate pe suprafața blastulei unui amfibian; b – dispoziția lor ulterioară pe suprafața gastrulei; c – localizarea lor vizibilă în embrionul secționat (după B.I. Balinsky, 1960)

Celulele ectodermice nu numai că s-au separat de cele endodermice, dar şi-au asigurat şi amplasamentul corect. O astfel de căutare şi de dispunere a celulelor nu se puteau realiza însă fără o comunicare între ele. Cu siguranță, dialogul semiotic a fost coerent şi eficace. Trebuie să înțelegem că celulele unui organism, fie ele chiar ale unui spongier, plasat la limita de jos a animalelor pluricelulare, execută programe ale întregului, care reprezintă nivelul superior de integrare.

Johannes Holtfreter[13] a efectuat şi un alt experiment, deosebit de interesant în acest sens, lucrând pe o gastrulă de triton. A luat o gastrulă în faza incipientă şi a efectuat transferul încrucişat al unor porțiuni. Din partea mediodorsală, puțin înapoia blastoporului, a luat un fragment, pe care l-a grefat pe partea medioventrală, cam la aceeaşi distanță, iar porțiunea medioventrală a fost grefată în locul celei extrase din partea mediodorsală. Era de aşteptat ca în noua sa poziție, porțiunea mediodorsală să dea naştere, unei plăci nervoase şi să tindă către formarea unui tub neural, deoarece se ştie că ectodermul din partea mediodorsală a gastrulei formează tubul neural.

Partea medio-ventrală trebuia să dea naştere epiteliului, corespunzător funcției pe care o are ectodermul din zona respectivă.

Rezultatul n-a fost însă cel scontat. Fiecare grefă s-a integrat perfect în zona în care a fost plasată şi a răspuns în mod asemănător cu ectodermul din zona respectivă. Răspunsul a fost cu totul neaşteptat.

Johannes Holtfreter[14] a repetat experimentul în acelaşi mod, folosind însă o gastrulă ceva mai „bătrână". De data aceasta, zona medio-dorsală grefată în partea medio-ventrală s-a prins perfect, însă a dat naştere mai întâi unei plăci neurale, care s-a transformat apoi în şanț neural şi, în final, în tub neural (un fragment de tub neural). Porțiunea luată din zona medio-ventrală şi grefată în partea medio-dorsală a dat naştere unui epiteliu ectodermic şi nu unui tub neural. Deci, fiecare porțiune a răspuns în funcție de specificul zonei respective.

De ce acum răspunsul a fost cel firesc, iar în primul experiment, nu? Ceea ce **Johannes Holtfreter** nu putea înțelege pe deplin la mijlocul secolului al XX-lea, se poate explica perfect astăzi. Spuneam că celulele execută anumite programe ale nivelului de integrare superior (ale individului, în cazul de față). În primul experiment, gastrula fiind în faza inițială, programul de organogeneză nu fusese încă implementat. Când a fost lansat programul, grefele deja prinse au executat programul primit. În al doilea experiment, programul organogenezei fusese lansat, celulele au trecut la execuția programului şi l-au continuat apoi şi în noua poziție în care au fost grefate. Ce înseamnă execuția unui program? Aminteam faptul că celulele corpului unui metazoar, sau chiar ale unui animal colonial (colonia fiind formată din indivizi unicelulari), au absolut aceeaşi informație genetică, deoarece au rezultat în urma unor diviziuni mitotice. Pentru execuția unui program, anumite gene trebuie activate, iar altele blocate. Celulele din partea medio-dorsală a ectodermului de la gastrulă vor da naştere tubului neural. Pentru aceasta celulele se diferențiază, formează mai întâi o placă neurală, apoi un

şanț neural şi, în final, un tub neural. Din momentul în care a fost dată, comanda a fost executată.

Comanda poate fi dată prin mecanisme chimice, care se transformă în mecanisme genetice. Nu este vorba de o modificare a genelor, sau de apariția de gene noi, ci de activarea unor gene şi de blocarea altora. Nu contează care sunt celulele ce execută comanda, că sunt din partea medio-dorsală sau medio-ventrală a gastrulei, ci contează că sunt celulele care au primit comanda respectivă. Celulele unui corp nu reprezintă o adunătură de celule, ci un tot unitar, în care fiecare celulă este controlată, însă fiecare celulă ştie unde se găseşte, împreună cu cine se găseşte, care este funcția pe care trebuie să o îndeplinească şi cum trebuie să participe la buna funcționare a întregului.

Când ne referim la colonii formate din indivizi unicelulari, ne gândim că indivizii respectivi au acceptat să trăiască împreună. Probabil că nu greşim atunci când spunem: „au acceptat să trăiască împreună". Unii indivizi acceptă să trăiască numai în colonii formate din 2 indivizi, din 4, sau din 32 etc. Nu este întâmplătoare nici mărimea coloniei, nici forma şi nici structura sa, fiecare parametru reprezentând o caracteristică a speciei.

Când ne referim la indivizi pluricelulari, trăim cu impresia că celula dispare. Nu este vorba de o dispariție reală, ci de o dispariție metaforică. Nu trebuie să gândim astfel. Celula îşi păstrează propria individualitate. Ea se poate metamorfoza, îşi poate schimba funcția, dar pentru asta trebuie să fie „instruită" în mod special, să fie „şcolită" cu atenție. Celulele comunică între ele, depind unele de altele în existența lor şi de întregul din care fac parte.

Celulele embrionare ale animalelor au o mare capacitate de a se reagrega atunci când sunt diseminate şi de a regenera structuri cu o oarecare complexitate. **Holtfreter** a făcut un experiment interesant în acest sens. A luat două fragmente de ectoderm de la un embrion de batracian (unul din placa neurală şi unul din viitoarea epidermă). Celulele celor două fragmente au fost diseminate într-un mediu cu pH neutru. Celulele dispersate

au fost amestecate şi lăsate în mediu. La început, celulele s-au aglomerat şi au format o sferă aproape compactă. Treptat, celulele au început să execute mişcări amoeboidale şi să se reorganizeze. Cele două tipuri de celule au fost marcate cu coloranți diferiți, astfel că deplasarea lor a putut fi urmărită cu uşurință. Celulele s-au separat şi s-au dispus diferit. Cele provenite din placa neurală s-au organizat şi au format un tub neural scurt, iar cele epidermice au format un înveliş în jur. Nu este vorba doar de adunarea celulelor în funcție de originea lor, ci de dispunerea lor în funcție de dispoziția normală a organului din care trebuiau să facă parte. Este ca şi cum celulele ar cunoaşte exact planul de structură al organului din care fac parte, dar şi al organismului în ansamblu (fig. 2.17).

Toate acestea înseamnă comandă şi execuție precum şi comunicare la nivel celular, tisular şi organismic. Biosemiotica dezvăluie însă o altă lume decât aceea pe care o credeam. Dialogul semiotic organizează şi menține o lume complex structurată prin manifestarea sa la fiecare nivel de integrare.

Mişcările morfogenetice se realizează prin aplicarea unor programe caracteristice sistemelor biologice. Un sistem biologic îşi asigură o integralitate cu atât mai mare cu cât îşi impune programele proprii cu limpezime şi eficiență. Celulele nu răspund doar la programele impuse de țesuturi şi de organe, ci şi de programele superioare, ale populației (speciei) şi ale biocenozei.

Fig. 2.17 Experimentul lui Holtfreter, demonstrând sortarea celulelor epidermice şi a celulelor plăcii neurale după dezagregare şi amestecare (după B.I. Balinsky, 1960)

Diferențierea celulară

În embriogeneză, citodiferențierea, deosebit de activă, stă la baza procesului de organogeneză. După formarea foițelor embrionare începe diferențierea celulară pentru formarea unor organe complexe. Organele embrionare primordiale încep să se formeze sub influența unor substanțe chimice sintetizate în cantități extrem de mici la nivelul primordiilor embrionare vecine.[15]

Diferențierea se realizează după modalități diferite, în funcție de anumite organe. Astfel, pentru edificarea sistemului nervos, se porneşte de la celulele ectodermice din zona medio-dorsală a gastrulei. Aceste celule sunt perfect asemănătoare cu cele din jurul lor. Celulele din zona medio-dorsală cresc în înălțime, dând naştere plăcii neurale. Urmează mişcări morfogenetice ce conduc la formarea şanțului neural şi apoi a tubului neural. De la tubul neutral până la formarea neuraxului cu organele sale fundamentale definitive trebuie să aibă loc diferențieri spectaculoase ale celulelor nervoase.

În ceea ce priveşte edificarea ochilor sunt necesare atât mişcări morfogenetice cât şi diferențieri celulare. Acestea sunt coordonate prin semnale chimice foarte subtile şi prin interrelațiile care se stabilesc între diferite membrane celulare şi chiar între celule.

În cea ce priveşte formarea ochilor este necesară mişcarea succesivă sau simultană a mai multor foițe epiteliale.[16] În primul rând are loc formarea veziculelor optice, care pornesc de la tubul neural şi se orientează către epiderma din dreptul lor. Din momentul în care vezicula ajunge la nivelul epidermei, începe o nouă cutare, ceea ce conduce la formarea unei cupe deschise spre epidermă, legată de creier printr-un peduncul (fig. 2.18).

Cupa optică are un strat dublu de celule. Stratul care căptuşeşte cupa va forma retina, iar cel extern va da naştere stratului pigmentar. Marginea cupei va forma irisul. Pe seama ectodermului se formează cristalinul şi corneea. Mezodermul participă la formarea învelişurilor globului ocular şi a muşchilor extrinseci.

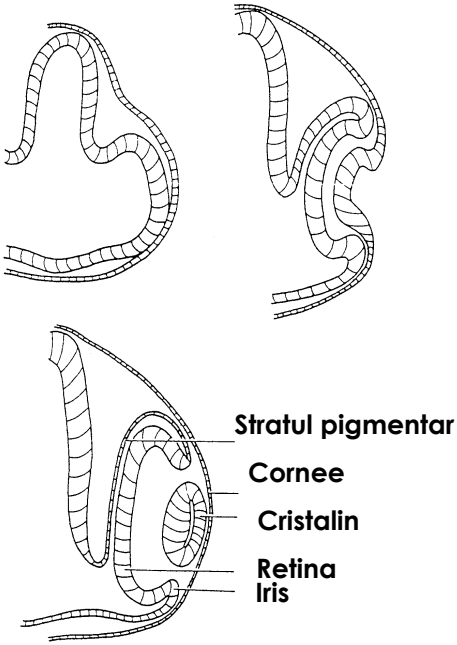

Fig. 2.18 Primele stadii ale formării ochiului la vertebrate

S-a constatat că, în mişcările morfogenetice, un rol important îl prezintă poziția membranelor embrionare una față de alta, contactul între ele şi influența lor reciprocă. Astfel, când vezicula optică se dilată şi ajunge la epidermă, acest contact este obligatoriu pentru a putea avea loc formarea cupei optice, pe de o parte iar, pe de altă parte, în urma acestui contact, epiderma îşi modifică rapid structura. Se formează o placă îngroşată, care se va înfunda rapid şi va da naştere unei sfere ce generează cristalinul. După ce vezicula care formează cristalinul se desprinde de restul epidermei, aceasta se extinde şi fuzionează, dând naştere corneei transparente care, după ce suferă anumite transformări structurale, capătă transparență. Cele două structuri (cupa optică şi cristalinul), şi chiar corneea transparentă nu se formează dacă vezicula optică nu vine în contact cu epiteliul din dreptul

său. Dacă nu se face acest contact nu se vor mai forma nici cristalinul şi nici corneea transparentă. În aceeaşi măsură, dacă vezicula optică nu întâlneşte epiderma din dreptul său, nu va da naştere unui ochi normal.

Toate aceste experimente demonstrează că, pentru formarea ochiului, este necesară o inducție embrionară. Noi vom afirma că pentru formarea ochiului este necesar ca dialogul semiotic dintre principalele părți participante în structurarea sa să se desfăşoare în mod normal. Acest dialog apare ca un control reciproc, ca o punere la punct în vederea edificării unor structuri. Dacă vezicula optică nu mai vine în contact cu epiderma, atunci nu se eliberează substanța care declanşează dialogul necesar edificării cristalinului.

Este ca şi cum desfăşurarea unor etape din organogeneză ar fi condiționată de realizarea obligatorie a unei etape anterioare. Transmiterea informațiilor se face complet şi este executată în aceeaşi măsură de formațiunile care o primesc.

Celula-ou se divide pentru a da naştere unei morule, după care urmează întreaga dezvoltare embrionară. Celulele formate (blastomerele) conțin, asemenea celulei-ou, programul pentru formarea întregii ființe. Dacă extragi acum una sau mai multe celule din morulă, ființa respectivă se va forma, este adevărat, ceva mai mică, dar absolut normală. Deci, celulele nu au primit programe speciale pentru a urma fiecare o anumită cale, astfel încât, eliminând anumite celule, să nu se formeze un organ sau altul.

Dacă blastomerele inițiale ale unei morule se separă şi sunt diseminate, atunci fiecare blastomer este capabil să genereze un nou individ. Acest lucru se întâmplă chiar şi în cazul unei blastule, atunci când diviziunea este totală şi egală. La *Lithomastix truncatellus*, din familia Encyrtidae, se manifestă fenomenul de poliembrionie. Morula, sau chiar blastula, se pot dezorganiza şi celulele devin libere (1000 sau peste 2000 de blastomere). Toate se vor comporta ca un ou şi fiecare va da naştere câte unui individ. Abia din momentul în care se formează gastrula, cu cele două foițe

embrionare, vor apărea programe diferențiate, care sunt preluate de celule şi apoi executate.

Spemann şi **Mangold** (1986)[17] au făcut unele experimente interesante. Au detaşat de la suprafața unei gastrule tinere de triton un bloc de celule, care urma să coboare în profunzime, pentru a forma partea dorsală a mezodermului (notocordul şi părțile adiacente ale somitelor). Din dreptul buzei dorsale a blastoporului a fost preluată o porțiune, ulterior plasată în regiunea în care urma să se formeze partea ventrală a embrionului (fig. 2.19). Formațiunea transplantată conducea la formarea a două organisme gemene, sau la dublarea unor organe. Cum formațiunea grefată era special colorată, se putea urmări destul de uşor ce organe se formau.

Au fost surprinse diferite tipuri de răspunsuri, după cum urmează:

- grefa dă naştere unui nou embrion întreg;
- grefa dublează unele organe (în cazul de față notocordul şi somitele);
- grefa preia formarea în totalitate a organelor care urmau să se edifice, gazda contribuind cu foarte puține celule sau deloc.

În prima situație, grefa s-a comportat ca un întreg. Acest întreg nu avea însă implementat decât programul formării unui individ; încă nu primise alte subprograme pe care să le execute.

În a doua situație, grefa primise pentru execuție un subprogram, pe care l-a dus la îndeplinire. Gazda primise şi ea comanda pentru execuția subprogramelor şi s-a conformat acesteia.

În a treia situație, grefa avea implementat subprogramul pentru zona respectivă, în timp ce în gazdă nu se implementaseră subprogramele. Venind în contact cu celulele gazdei, grefa le-a transmis subprogramul său. O dată preluat de o parte din celulele gazdei, acestea i s-au conformat. În momentul în care gazda a început să aplice subprogramul, cel adus de grefă nu a mai fost dublat, sau a fost preluat doar de anumite celule, care au completat

programul grefei, participând aşadar la formarea organelor comandate.

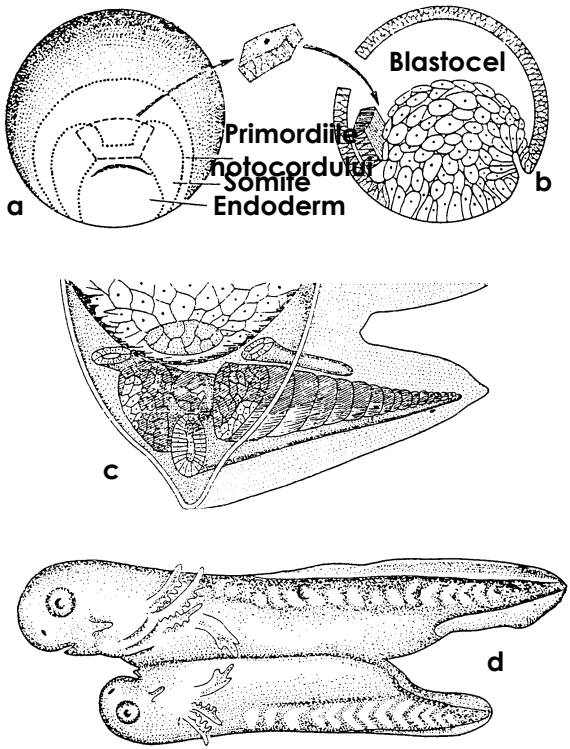

Fig. 2.19 Transplantarea unui fragment din buza superioară a blastoporului la o altă gastrulă (a,b) şi diferenţierea grefei şi a ţesuturilor asociate (c,d). În c, ţesuturile derivate din grefă sânt haşurate (după J. Holtfreter şi V. Hamburger, 1955)

Intuim astfel ce înseamnă transmiterea unor programe sau subprograme şi executarea lor. Aşa cum am mai arătat, dialogul semiotic dintre celule funcţionează, concret şi eficient. Ceea ce trebuie să reţinem este faptul că un program se implementează o singură dată şi se execută întocmai. Remarcăm de asemenea, că o celulă embrionară, sau mai multe, nu acceptă decât un singur program (primul care este implementat) şi că un grup de

celule embrionare cu un program bine fixat poate influența în mod fundamental un alt grup.

Dezvoltarea ectodermului şi a endodermului se realizează mai mult sau mai puțin asemănător, fiind vorba de epitelii care se cutează, formând diferite vezicule şi structuri, fără a-şi pierde continuitatea ca straturi celulare. Poziția acestor epitelii contează foarte mult în morfogeneză. Este ca şi cum ar interveni aici unele elemente de ecologie somatică, prin care ne putem explica comportamentele diferite ale aceluiaşi epiteliu. În partea medio-dorsală a ectodermului unei gastrule, celulele se vor diferenția în vederea edificării sistemului nervos. Aici vor fi integrate numai şi numai celulele ectodermice care aparțin unei anumite fâşii din partea medio-dorsală. Este ca şi cum această zonă ar fi bine marcată. Celulele din afara acestei zone vor avea alt tip de dezvoltare. De ce? Cum este marcată zona? Care sunt relațiile dintre celule şi cum se vor recunoaşte şi diferența între ele? Toate acestea sunt aspecte foarte subtile, însă perfect puse la punct, ca de altfel şi dialogul dintre celule. Contează deci, foarte mult poziția fiecărei celule din cadrul unei foițe embrionare, dar şi relațiile dintre celule.

Dezvoltarea mezodermului pare a urma alte căi. Mezodermul se formează tot ca o foiță embrionară epitelială, însă sacii celomici se compartimentează foarte curând şi fiecare bloc se împarte în subblocuri, având spre execuție subprograme diferite. Este ca şi cum această împărțire s-ar face în funcție de subprogramele implementate.

În cazul mezodermului, unele celule pot migra concentrându-se în anumite zone ale embrionului, în spațiile libere, formând un **mezenchim**. Unele celule migrează formând învelişurile externe ale tubului digestiv, ale sistemului nervos sau ale epidermei, dând naştere la derm şi hipoderm. În astfel de structuri, celulele vor da naştere rețelei de vase sanguine şi limfatice, unor straturi de țesut conjunctiv sau chiar țesutului cartilaginos şi/sau osos. Remarcabilă este diferențierea mezodermului din somite, pentru formarea muşchilor, a țesutului osos şi a membrelor.

Pentru formarea membrelor, o serie de celule mezodermice se aglomerează, formând un agregat unitar care constituie **mugurii membrelor**.[18] Celulele ce formează mugurii aderă strâns între ele o perioadă de timp, apoi încep să se dividă şi să se diferențieze. Apoi ele încep să sintetizeze în jurul lor o matrice formată din condroitin-sulfat şi alte substanțe, formându-se astfel o formațiune cartilaginoasă. Mai târziu are loc înlocuirea matricei cartilaginoase a membrelor printr-o substanță osoasă, mai rezistentă. Alte componente ale mugurilor membrelor suferă alte tipuri de diferențieri, formând muşchii striați ai membrelor respective. Ne dăm seama că la nivelul mugurilor membrelor au loc metamorfozări celulare deosebit de complexe, care se desfăşoară algoritmic, după anumite programe. La început are loc migrarea unui anumit număr de celule mezodermice, care formează o structură aparent unitară. Şi, totuşi, celulele vor da naştere unor formațiuni diferite, ceea ce înseamnă că mai întâi are loc separarea funcțională a acestora şi apoi procesele de diferențiere. Diferențierea morfo-fiziologică se va realiza în funcție de poziția celulelor în cadrul mugurului. Cele de la periferie se vor specializa şi diferența pentru structuri musculare, iar cele axiale pentru formarea scheletului, însă vor fi şi altele ce vor forma tendoanele muşchilor şi vor asigura sutura la nivelul formațiunilor scheletice corespunzătoare. Diferențierile celulare se asigură prin activarea unor gene şi blocarea altora, mecanisme care diferă esențial de la o categorie de celule la alta, în funcție de programarea lor pentru anumite funcții.

Modelarea structurilor anatomice ale organismului în formare se face prin mecanisme ce asigură o mare precizie şi controlează creşterea şi diferențierea celulelor. Programele folosite sunt bine puse la punct în evoluția filogenetică a fiecărei specii. Un rol important îl poate avea şi mediul extern, ca factor de modelare în edificarea embrionului animal. Viitoarele celule epidermice sunt plasate la suprafața embrionului, în timp ce, prin mişcări morfogenetice, structurile neurale, cele endodermice şi mezodermice se plasează la interior.

Dacă mediul extern este cel care controlează funcționarea genelor la celulele periferice, se pare că interacțiunile dintre foițele embrionare şi anumite categorii de celule controlează localizarea şi rata de creştere, precum şi diferențierea celulelor în realizarea celorlalte formațiuni. Am văzut cum vezicula optică ajunsă la contactul cu epiderma din dreptul său provoacă formarea cristalinului. Jocul mişcărilor morfogenetice în edificarea embrionului şi apoi a organismului se realizează în funcție de o succesiune progresivă de inducție, în funcție de ecologia somatică a embrionului ca întreg şi a structurilor celulare şi membranare care intră în contact unele cu altele.

Din momentul în care, în mişcările morfogenetice, o anumită structură a ajuns în poziția corespunzătoare formării unui organ, se pare că aceasta capătă o anumită autonomie

Astfel, o dată localizat şi schițat, mugurele unui membru, pare a avea o nuanțată autonomie în dezvoltarea ulterioară. Este ca şi cum mugurul respectiv şi-ar fi stabilit perfect programul morfogenetic pe care urmează să-l realizeze. Dacă un astfel de mugur este extras din poziția lui normală pentru formarea unui anumit membru şi plasat într-o altă zonă a embrionului, el va continua să se dezvolte normal, dând naştere membrului respectiv, fără să fie influențat de structurile învecinate. Un mugur detaşat şi plasat într-un mediu de cultură va genera un membru normal, conform programului primit. Trebuie să înțelegem că, în mişcările morfogenetice, se implementează anumite programe unor structuri controlate, care au urmat o succesiune de mişcări şi diferențieri sincronizate cu mişcările şi diferențierile formațiunilor învecinate.

Să nu înțelegem de aici că un astfel de mugur, dislocat şi transplantat într-o altă zonă a embrionului, are schița membrului respectiv în miniatură, urmând doar ca el să crească.

Într-un astfel de mugur nu putem evidenția nici un fel de organizare a celulelor, nici o dispunere a lor după un anumit plan, ci doar o grupare de celule plasată între

epiderm şi mezoderm. Şi, totuşi, gruparea aceasta de celule este bine „şcolită", o dată ce a primit un program coerent, pe care îl execută. Celulele mugurului încep să se diferențieze şi să formeze membrul programat. Însă, dacă vom merge cu imaginația mai departe şi vom concepe o „hartă topografică" a grupării de celule aparținând mugurului, am descoperi că toate elementele structurii viitoare sunt zonate, că celulele se vor diferenția în funcție de această zonare şi că fiecare subgrupă de celule îşi va urma calea sa în strânsă interrelație cu celelalte grupe.

Tot aşa trebuie să privim embrionul în ansamblul său. În fiecare etapă, ni-l putem imagina ca fiind împărțit în sectoare, fiecare sector împărțindu-se în timp în mai multe subsectoare, care intră în funcțiune în anumite momente ale morfogenezei. Aceste sectoare au fost numite **câmpuri**, iar procesul de autoorganizare al fiecărui câmp a fost numit **individualizare**.[19]

Am prezentat până acum o serie de aspecte legate de autonomia mugurilor ce formează membrele. Ce înseamnă aceasta? Descoperirile recente din domeniul geneticii ne ajută să înțelegem cum stau lucrurile. Genetica a descoperit faptul că, pentru edificarea unei structuri organice, cum ar fi ochiul, la unele animale funcționează o genă ce controlează şi coordonează toate mişcările morfogenetice, creşterea şi diferențierea celulară etc. O astfel de genă a fost numită „**genă arhitect**". Ea a fost localizată la *Drosophila* şi chiar şi la alte animale, cum ar fi şoarecele. Dacă eliminăm această genă din oul unei drosofile, se va forma un individ normal, însă fără ochi. Dacă vom elimina „gena arhitect" din oul unei drosofile şi vom aduce o „genă arhitect" din alt ou, atunci se va forma un individ normal, cu ochi. Experimentul se poate aplica perfect şi pe şoareci, ceea ce înseamnă că gena arhitect coordonează aplicarea unui program. În situația în care o „genă arhitect" care răspunde de formarea ochiului la *Drosophila melanogaster* este înlocuită de o genă ce realizează edificarea ochiului la şoarece, se formează o muscă normală, cu ochi. Gena de la şoarece a reuşit să inițieze şi să coordoneze formarea ochiului la drosofila.

Cum este posibil acest lucru? Este ca şi cum fiecare genă care participă la edificarea ochiului (posibil, câteva mii de gene) ştie ce are de făcut. Este necesar doar să se dea semnalul de lucru şi fiecare genă îşi desfăşoară programul său. Fiind vorba de inițierea unor gene, acest lucru se face la celulele ce trebuie să participe la formarea organului respectiv. Genele sunt, probabil, activate în mod eşalonat de „gena arhitect", în funcție de fiecare secvență de lucru.

Unde se găseşte „gena arhitect"? Într-o anumită celulă? În prima celulă care a primit informația, adică programul de lucru? Aceasta ar însemna că este o celulă conducătoare, responsabilă de edificarea întregului, ce va transmite comanda celorlalte celule. Totuşi, lucrurile nu stau aşa, deoarece toate celulele au aceeaşi informație genetică. Probabil că toate celulele unui subsistem au aceleaşi gene activate şi îşi sincronizează activitățile. Prin dialogul pe care îl realizează între ele, celulele îşi corelează activitatea pentru înfăptuirea scopului final.

Interacțiune, dialog semiotic, coordonare genetică, aplicarea unor programe etc., iată doar câteva din mecanismele care asigură procesul de embriogeneză în edificarea unui organism.

Toate aceste mecanisme, formate în timpul trecerii de la organismele unicelulare la cele pluricelulare, reprezintă strategii evolutive care asigură edificarea şi funcționarea organismelor pluricelulare.

Pluricelularitatea are la bază mecanisme biosemiotice

Trecerea de la organismele unicelulare la cele pluricelulare trebuie considerată drept o strategie evolutivă. Nu vom putea înțelege acest aspect dacă nu vom vedea celulele din cauza întregului. Celulele îşi mențin individualitatea, dar îşi intensifică interrelațiile cu celelalte celule şi se supun programului întregului.

Dacă miliardele de celule care formează corpul nostru nu ar coopera în fiecare secundă a existenței

noastre, n-am mai fi capabili să ne punem măcar întrebări de genul acesta. Prin asocierea lor, celulele renunță, parcă, la nemurire. Edificarea corpului la organismele pluricelulare se face prin naşteri şi morți celulare repetate. După cum sesizează **Leo Buss** (1987), doar celulele sexuale mai păstrează capacitatea de a supraviețui, trecând în generațiile următoare.[20]

Organismele unicelulare care în era Precambriană au generat formele animale multicelulare au realizat, de fapt, cel mai spectaculos salt evolutiv.

În mare măsură, organismele multicelulare primitive erau nevoite să se mişte, astfel încât unele dintre celulele lor componente trebuiau să-şi sacrifice potențialul de multiplicare prin diviziune: în cele din urmă, asemenea celule vor ajunge într-o fază din care nu-şi vor mai găsi scăparea. **Leo Buss** (1987) a imaginat un scenariu al competiției între diferitele tipuri de celule din care unele, care vor deveni mai târziu celule sexuale, au reuşit să determine o diferențiere între aceste tipuri de celule.

Ar trebui amintim aici faptul că metazoarele au moştenit de la strămoşii lor, protistele, un mecanism complet al diviziunii (celulei). Celulele unui embrion de metazoar în dezvoltare urmează aceleaşi reguli care guvernează orice sistem de autoreproducere, adică procesul de diviziune se continuă până când factorii din exterior îl întrerup. "*Apariția metazoarului,* scrie **Buss,** *reprezintă evoluția controlului epigenetic asupra creşterii tipurilor de celule în dezvoltare, care în felul acesta limitează tendința lor de a se reproduce într-o cantitate precisă, pentru ca toate aceste tipuri de celule să se organizeze într-un bauplan funcțional*".[21]

De la apariția metazoarelor, controlul epigenetic a fost probabil de natură semiotică, ca de exemplu: elaborarea de "*informație*" sub forma unor semnale moleculare create pentru a fi captate de receptori aflați pe suprafața celulelor din preajmă şi pentru a se implica, împreună cu aceste celule, în procesul de adaptare la mediu. Încetul cu încetul, pe lângă modelele de interacțiune semiotice existente deja, s-au dezvoltat noi tipuri de control semiotic într-un proces istoric caracterizat

de o continuă integrare a realității topologice celulare în mecanismul interpretării genomice.

Evoluția metazoarelor este un proces al dezvoltării în trepte, şi al interacțiunii dintre tipurile de celule apărute în cursul procesului de diviziunea zigotului. "*Faptul că metazoarele evoluează datorită unui complex de interacțiuni epigenetice între diferitele tipuri de celule este o dovadă elocventă că principalele modalități ale evoluției metazoarelor s-au materializat în mai multe variații în cursul ontogeniei*".[22]

Evoluția metazoarelor este caracterizată de o continuă perfecționare a celulelor, țesuturilor şi organelor care îndeplinesc funcții importante pentru indivizi, dar are drept consecință limitarea potențialului de reproducere a celulelor. Tendința de a se reproduce a fost supusă intereselor întregului (**Buss,** 1987).[23] Tot **Buss** a introdus expresia de **ecologie somatică** pentru a desemna dinamica întregului, prin care eventualele conflicte între diferitele tipuri de celule şi individ sunt aplanate. **Ecologia somatică** ne facilitează înțelegerea acestor procese biologice complexe.[24]

Adept al teorii neodarwiniste, **Buss** interpretează relațiile de cooperare drept urmări ale unor conflicte şi relații de competiție diferite. Popularitatea pe care a avut-o o astfel de interpretare printre cercetătorii europeni şi americani în ultimii 150 de ani nu ar trebui să ascundă faptul că celulele în cauză nu aveau nici cea mai mică idee că se aflau în competiție. Până la urmă tot ceea ce au făcut a fost să conştientizeze tendința sau lupta, să-şi continue procesele vitale prin care se dezvoltă şi se înmulțesc. Explicația acestei proprietăți de a "*lupta*" a sistemelor vii nu poate fi dată prin intermediul teoriei neodarwiniste pentru că, aşa cum a arătat **Rod Swenson**, capacitatea de a se reproduce este absolut necesară pentru selecția naturală. „*Dacă organismele nu aveau deja această capacitatea de a se lupta şi de a se înmulți, selecția naturală nu ar fi avut unde să se producă şi, în consecință, nici posibilitatea de a deveni eficientă.*"[25]

Am abordat problema originii factorilor care determină schimbări în sistemul viu şi cu alte ocazii, sugerând astfel, că ceea ce acționează în spatele acestei proprietăți de *"integrare stabilă a legăturilor interne sau de altă natură"*[26] este structura semiotică intrinsecă.

Esența formării acestei structuri semiotice a fost considerată formarea unei membrane capabile de a canaliza un flux de informații către moleculele receptoare, dirijat din exterior spre interior şi invers.

Deoarece explicațiile selecției naturale nu-şi găsesc argumente în activitatea ce se bazează pe existența membranelor vii, ele pot doar descrie apariția unor sisteme de interacțiuni semetice, aşa cum s-a discutat într-un fragment anterior. Esența evoluției constă în luarea măsurilor necesare pentru ca sistemele cu un statut ontologic neclar ori să supraviețuiască, ori să fie eliminate.

Ontogeneza reprezintă edificarea unui organism pornind de la celula-ou până la organismul complet diferențiat, dotat cu organe interne, membre, receptori etc. Celulele, ce par a fi dispuse haotic în morulă, sau chiar în balstulă, au parcă o tendință de a se organiza, de a se dispune într-o anumită structură. Ele par a se supune unei anumite voințe sau, mai curând, par a executa anumite programe pe care nu le pot eluda.

Există biologi car vorbesc de fenomenul supunerii celulelor unui câmp morfogenetic, care ar reprezenta în sine un plan bine conturat, care trebuie doar executat. Acest plan este înscris în informația genetică. De ce vorbim atunci de câmp morfogenetic şi nu, pur şi simplu, de informație genetică? Informația genetică se multiplică până la refuz în celulele care se divid mitotic,dar acestea sunt supuse unui control genetic care pare a se manifesta, la nivelul întregului, asemenea unui câmp magnetic sau electromagnetic. Acest plan general trebuie transmis genelor din fiecare celulă, care urmează să execute anumite componente (subprograme) în funcție de poziția pe care o ocupă la nivelul întregului. Numai aşa putem înțelege de ce celulele, deşi sunt absolut identice, se diferențiază şi dau naştere unor țesuturi şi organe diferit

structurate. Prin programul impus de întreg, unele gene sunt activate, altele blocate, în funcție de poziția lor în structura embrionului pe cale de formare. Activarea şi inhibarea genelor se poate realiza prin diferite semnale chimice, prin sinteze care întreţin un dialog semiotic între celulele unui organism pluricelular. Tocmai astfel de substanțe chimice sintetizate, creează, prin concentrarea lor diferită şi prin direcția de difuzare, ceea ce numim câmpul morfogenetic.

Ontogeneza se desfăşoară algoritmic şi, din momentul în care se lansează un anumit program, acesta este executat pe diferite căi. Programele sunt lansate tot algoritmic, în funcție de momentele diferite ale edificării corpului unui animal.

Cele mai multe dintre metazoare au capacitate de regenerare. Dacă un organ este extirpat (un picior, o antenă etc.) el se regenerează prin aplicarea unor programe perfect puse la punct. La grupele inferioare (celenterate, Plathelminte, Annelide), regenerarea întregului corp poate avea loc pornind de la fragmente mai mici sau mai mari.

Cum se realizează regenerarea? Pe baza unor programe genetice bine puse la punct. **Alfred Gierer** a făcut o serie de experimente pe *Hydra*. Cunoscută fiind marea capacitate de regenerare a acestui organism, **Gierer** a procedat la efectuarea unor experimente pentru a elucida orientarea fenomenului de regenerare.[27]

Astfel, el a detaşat un segment din porțiunea mediană a corpului unei hidre şi a constatat că procesul de regenerare se realizează la toate segmentele rezultate, deşi unele diferențe pot apărea în funcție de anumite situații diferite (fig. 2.20):

1. Dacă cele trei porțiuni rezultate prin tăierea unei hidre sunt detaşate şi menținute separat, se constată că fiecare segment regenerează, dând naştere unui animal normal. Partea anterioară îşi regenerează partea mediană şi pe cea terminală; partea mediană regenerează atât regiunea capului cât şi regiunea terminală; partea posterioară regenerează restul corpului;

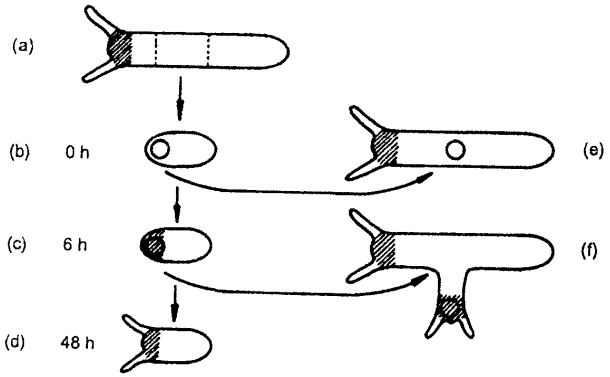

Fig. 2.20 Constituire de structuri prin autoorganizare în „câmp morfogenetic", la micul polip de apă Hydra (după F. Cramer, 2001)

2. Dacă segmentul median prelevat de la o hidră este imediat integrat unei alte hidre, care a fost tăiată în două, atunci segmentul respectiv se integrează perfect, hidra alungindu-se cu lungimea segmentului grefat.

3. Dacă segmentul median prelevat de la o hidră este integrat în zona mediană a altei hidre, care a fost tăiată în două, dar după şase ore de la prelevare (timp în care în segmentul respectiv s-a lansat programul de regenerare), atunci grefa va fi integrată, dând însă naştere unui mugur lateral. Deci, segmentul prelevat va da naştere unui nou cap, procesul de regenerare fusese deja declanşat, iar celulele din partea anterioară a segmentului primiseră comanda de a regenera capul. Comanda odată primită, ea se execută. Deci, noul individ în care este integrată porțiunea prelevată nu blochează acțiunea deja pornită. Totuşi, integrarea segmentului grefat nu se face haotic, ca şi cum celulele nu ar şti unde se găsesc şi nici care este configurația de ansamblu a întregului.

Noul cap nu se formează pe direcția axului gazdei, dând impresia unui animal urmat de altul, ci se dispune pe direcția unui mugur lateral, întregul păstrându-şi coerența. Aceasta înseamnă că celulele din partea anterioară a segmentului grefat, care primiseră comanda să regenereze capul, au acționat ca şi cum şi-au recunoscut poziția şi şi-au schimbat direcția de acțiune. Pentru constituirea unui întreg

armonios, orientarea poziției grefei a fost respectată, conform câmpului morfogenetic.

Cine a impus însă orientarea? De unde a pornit comanda? Ar trebui să acceptăm faptul că această comandă a fost dată de individul primitor, căci el avea în programele sale posibilitatea apariției unor noi indivizi prin înmugurire. În situația de față însă numai prin aplicarea acestui program s-ar fi putut rezolva situația şi accepta integrarea fragmentului. Celulele anterioare ale fragmentului, fiind deja canalizate spre formarea unui nou cap, au fost lăsate să-şi continue executarea programului. Grefa a fost recunoscută ca un mugur lateral şi integrată ca atare în întreg, cu refacerea corpului prin suturarea zonei secționate.

Revenind la ideile prezentate anterior, vom sublinia din nou faptul că ontogeneza se desfăşoară pe baza unor programe înscrise în informația genetică. Aceste programe sunt implementate în diferite faze ale ontogenezei şi sunt executate întocmai de către celule. Programele aparțin întregului, însă ele sunt funcționale la nivelul fiecărui segment al corpului şi chiar la nivelul fiecărei celule. Celulele execută comenzile întregului, însă cunosc şi situația de ansamblu, toate acestea fiind posibile ca urmare a funcționării dialogului semiotic dintre celule.

Edificarea unui organism pluricelular nu se poate realiza fără un dialog între celule. Pluricelularitatea este o strategie evolutivă care are la bază mecanisme biosemiotice.

NOTE

1. Woese C.R., 1970 – The genetic code in prokaryotes and eukaryotes. Symp. Soc. Gen. Microbial., XX Prokaryotic and eukaryotic cell, 39-54
2. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2001 – Origine, evoluție şi evoluționism. Ed. „Vasile Goldiş" Univ.Press, Arad
3. Ghişa E., 1964 – Botanică sistematică. Ed. Did. şi Ped. Bucureşti

4. Ibidem
5. Radu Gh.V., Radu V.V., 1958 – Zoologia Nevertebratelor, vol. I, Ed. Did. şi Ped. Bucureşti
6. Barnes, D. Robert, 1974 – Intervertebrate Zoology, Ed. W.B. Saunders Company, Third Edition, Philadelphia, London, Toronto
7. Mustață Gh., Mustață Mariana – opera citată
8. Brien, P., 1950 – Étude sur le Phyloctolemates. Annales de la Sociéte Royale Zoologique de Belgique, 84 (2): 301-444
9. Telfer, H.W., Kennedy, D., 1986 – Biologia organismelor, Ed. Ştiințifică şi Enciclopedică
10. Conklin E.G., - citat de Telfer H.W., Kennedy D., opera menționată
11. Vilhelm Vogz – citat de Telfer H.W., Kennedy D.
12. Wilson H.V. – citata de Telfer H.W., Kennedy D.
13. Johannes Holtfreter – citat de Telfer H.W., Kennedy D.
14. Ibidem
15. Bareliuc Lucia, Neagu Natalia, 1977 – Embriologia umană, Ed. Medicală, Bucureşti
16. Telfer H.W. şi Kennedy D. – opera citată
17. Spemann şi Mangold – citați de Telfer H.W., Kennedy D.
18. Telfer H.W. şi Kennedy D. – opera citată
19. Ibidem
20. Buss, Leo, 1987 – The Evolution of Individuality. Princeton NJ: Princeton University Press
21. Ibidem
22. Ibidem
23. Ibidem
24. Mustață, Gh., Mustață, Tiberiu-Georgian, 2001 – Ecologie somatică, Ed. Junimea Iaşi
25. Rod Swenson – citat de Telfer H.W., Kennedy D.
26. Ibidem
27. Cramer, Friedrich, 2001 – Haos şi ordine, Ed. Bic All, Timişoara

III. STRATEGII EVOLUTIVE ALE ANIMALELOR COLONIALE

Termenul de colonie poate avea o semnificație şi o încărcătură diferită, în funcție de grupul de organisme la care ne referim: o colonie de spongieri sau una de pelicani. Membrii coloniei pot fi uniți din punct de vedere fizic, aşa cum întâlnim la celenterate, briozoare, tunicate etc. sau pot fi independenți şi diferențiați în caste, ca la furnici, termite etc.

Colonia poate fi formată din indivizi asemănători, care îşi desfăşoară viața în mod independent, dar sunt legați între ei prin diferite structuri anatomice (*Codonosiga botritis*, *Codonocladium umbellatum*).[1] Astfel de colonii se numesc homonome (fig. 3.1). În unele colonii, chiar dacă indivizii sunt asemănători, comunică între ei prin cavitatea digestivă, astfel că se pot influența reciproc: *Obelia dichotoma*, *Eudendrium ramosum* (fig. 3.2). Ca urmare a conviețuirii în comun, indivizii coloniei se pot diferenția morfofiziologic, formând colonii heteronome, aşa cum întâlnim la *Hydractinia echinata* (Hydrozoare) şi la *Muggiaea* (Siphonophora) fig. 3.3.

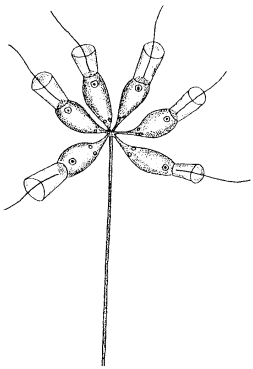

Fig. 3.1 Colonie homonomă de Choanoflagelate – *Codonosiga botrytis* (după E. Ruppert and Barnes, 1994)

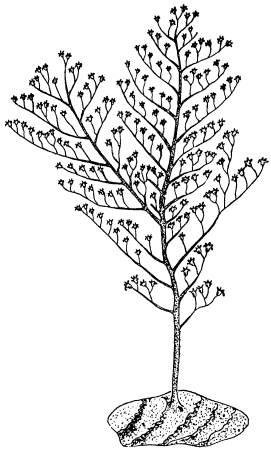

Fig. 3.2 Colonie homonomă de hidrozoare – *Eudendrium ramosum* (după Barnes)

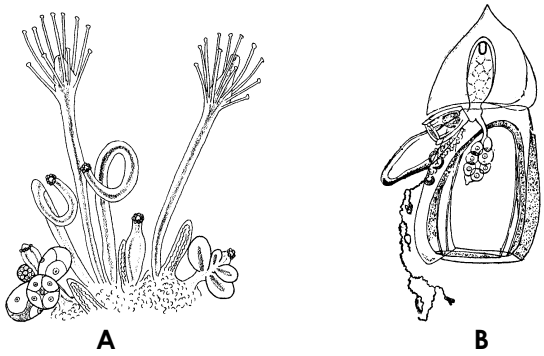

Fig. 3.3 Colonii heteronome: A – *Hydractinia echinata* şi B – *Muggiaea* (după Barnes, 1963)

Prin asociere şi formare de colonii, indivizii încep să stabilească strânse interrelații între ei, indiferent dacă sunt sau nu legați fizic. În situația în care indivizii sunt uniți prin organe de legătură, atunci integralitatea coloniei este puternic marcată. Dacă la formele primitive indivizii nu sunt diferențiați şi nici nu comunică între ei, fiecare desfăşurându-şi în mod independent activitatea, la formele evoluate apare o diferențiere morfofuncțională a indivizilor,

ceea ce presupune o anumită diviziune a muncii, indivizii depinzând mult, în existența lor, unii de alții. Indivizii pierd anumite caracteristici, în schimb întregul capătă caracteristici noi, pe care indivizii asociați nu le au.

Colonia este asemănătoare cu o societate de indivizi care, de la un anumit nivel de organizare morfofuncțională, poate îndeplini funcțiile unui organism, sau chiar al unui supraorganism bine individualizat şi conturat. Ce este briozorul *Cristatella mucedo* (fig. 3.4), un individ sau o colonie? Dar sifonoforul *Physalia physalis*? (fig. 3.5) În ambele cazuri, colonia este bine delimitată spațial şi realizează un tot funcțional, unii indivizi având funcția unor adevărate organe. De ce vorbim atunci de colonie şi nu de indivizi? Indivizii pot fi atât de mult diferențiați încât, la un moment dat, este greu de precizat dacă este vorba de indivizi cu un anumit rol în cadrul întregului, sau de organe bine diferențiate, care îndeplinesc anumite funcții.

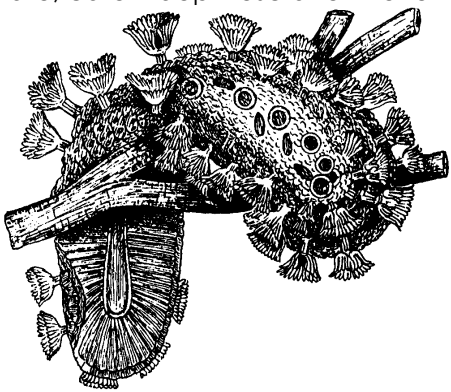

Fig. 3.4 Colonii de *Cristatella mucedo* (după Radu Gh.V., 1958)

Diferențierea morfofuncțională a indivizilor în cadrul unei colonii pare a fi o strategie evolutivă foarte bine pusă la punct la formele coloniale.

Este această lege caracteristică şi coloniilor în care indivizii nu sunt legați morfologic unii de alții?

După cum precizează **Durkheim** şi **Wheeler**,[2] societatea reprezintă un supraorganism care evoluează

către o complexitate din ce în ce mai mare, prin procese de diferențiere şi integrare.

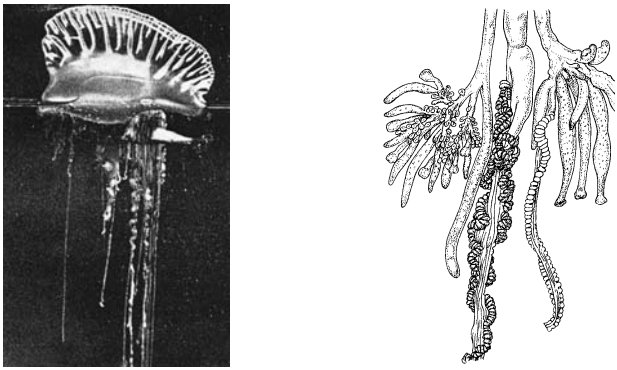

Fig. 3.5 Colonii de *Physalia physalis* (după Barnes, 1963)

Deci, într-o societate de indivizi acționează două principii, care par a fi contradictorii: **diferențierea** şi **integrarea**. Diferențierea nu se poate realiza decât sub imperiul integrării. Nici o diferențiere morfofuncțională nu se poate realiza dacă nu are ca efect principal integrarea ansamblului. Diferențierea se face sub un control perfect şi unitar. După cum diferențierea nu se poate realiza decât în interesul integrării, a creşterii interdependenței dintre părțile componente, tot aşa integrarea nu poate prinde contur, nu poate deveni dominantă, fără o diferențiere multiplă şi accentuată. În momentul în care integrarea a ajuns la punctul maxim, probabil că deja nu se mai vorbeşte de colonie, ci de individ.

În coloniile în care indivizii sunt legați fizic între ei, diferențierea merge atât de departe, încât unii **indivizi par a fi organe perfect funcționale ale unui întreg** (ale unui supraorganism).[3] Întrebarea însă se poate pune şi altfel la coloniile în care indivizii nu sunt legați fizic între ei. Realizarea integrării nu necesită diferențierea morfofuncțională a unor indivizi, care să amintească de existența unor organe? Aşa ar trebui să fie, aşa ar putea să fie, dacă vom considera

unele caste caracteristice insectelor sociale (furnici, albine, termite) drept nişte organe care îndeplinesc anumite funcții.

Casta reprezintă un grup de indivizi din cadrul societății, care îndeplineşte unul sau mai multe roluri. Uneori, grupul care formează o castă nu numai că îndeplineşte un rol, dar se şi poate diferenția printr-o conformație morfologică particulară.

Într-o societate de insecte se poate întâlni fenomenul de **polietism**. Prin polietism trebuie să înțelegem o diviziune a muncii în cadrul societății. Munci diferite pot fi executate de indivizi care diferă între ei doar prin vârstă. Se poate întâmpla ca anumite lucrătoare să se întoarcă la executarea anumitor roluri anterioare, dacă societatea o impune la un moment dat, ceea ce poate fi considerat un **polietism de vârstă.**

Şi în aceste cazuri, însă, diferențierea funcțională a indivizilor joacă acelaşi rol ca şi în cazul coloniilor integrate morfologic; este vorba de îndeplinirea anumitor funcții. Cum funcțiile într-un organism metazoar sunt îndeplinite de anumite organe, în această situație indivizii diferențiați în caste sau într-un polietism bine definit se comportă de parcă ar fi organe, iar strategia evolutivă pare asemănătoare.

Este deosebit de interesant să descifrăm cum se realizează aceste diferențieri morfofuncționale şi care este sensul acestei strategii evolutive.

Formarea unor colonii la celenterate este arhicunoscută. Ceea ce ne interesează însă este de ce s-a optat pentru formarea unor colonii complexe şi nu s-a trecut doar la organizarea unor indivizi cu o structură din ce în ce mai complexă, deci cu un evident progres morfofiziologic? Se pare că formarea de colonii a reprezentat o cale destul de importantă între strategiile evolutive.

Cum se formează coloniile? *Hydra viridis* este un polip solitar. Chiar dacă se înmulțeşte prin înmugurire, polipii fii se desprind şi trăiesc independent. Înmulțindu-se pe cale sexuată, celula-ou va conține toată informația ereditară necesară pentru formarea unui nou individ. Această

informație trece şi la indivizii formați prin înmugurire. Iar aceştia, la rândul lor, formează ovule şi spermatozoizi.

La unele specii de hidrozoare, însă, polipii formați prin înmugurire nu se mai separă. Rămân legați de mamă şi formează o colonie. Colonia este simplă, homonomă. Indivizii au o cavitate gastrică comună. Colonia poate fi de tip monopodial sau simpodial, sau formează o pajişte de indivizi legați prin stoloni (fig. 3.6). La unele specii, indivizii coloniei încep să sufere modificări morfofuncționale, astfel că se formează o colonie heteronomă.

Ceva se întâmplă aici. Informația genetică începe să difere de la un individ la altul. Colonia reprezintă un avantaj, căci asigură hrana tuturor indivizilor, chiar celor care nu au reuşit să-şi captureze singuri hrana. Treptat, indivizii încep să depindă unii de alții în existența lor, iar colonia prinde contur şi se manifestă ca un întreg. Începe diferențierea polipilor. Primii indivizi care se diferențiază sunt **gonozoizii**, care preiau funcția de înmulțire sexuată. Gastrozoizii rămân doar cu funcția de hrănire. Diferențierea se accentuează. Se formează şi indivizi cu funcții de apărare. Astfel, la *Hydractinia echinata* (fig. 3.3A) se formează **dactilozoizi** (cu funcție de apărare activă) şi acantozoizi (cu funcție de apărare pasivă). Gonozoizii au o evoluție rapidă şi generează meduze care, pe lângă funcția de reproducere, o preiau şi pe cea de răspândire a speciei.[4]

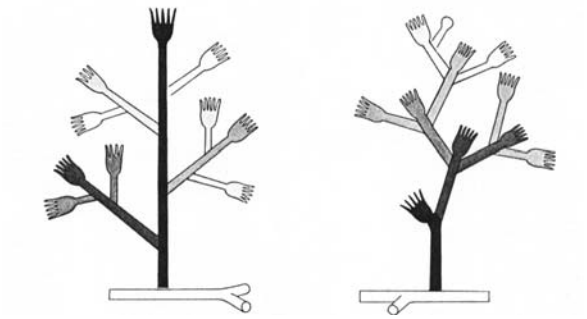

Fig. 3.6 Colonii homonome de tip monopodial A şi sinopodial B, la hidrozoare (după V.Gh. Radu, 1958)

Trebuie să înțelegem că diferențierea morfofuncțională a indivizilor se găseşte sub controlul unor gene, ceea ce înseamnă că structura diferită a unor polipi este dată de existența unor gene diferite. Ce s-a întâmplat? Au apărut oare mutații diferite, care fac posibile aceste diferențieri? Transformarea unui polip normal în gonozoid şi evoluția sa de aici până la formarea unor meduze cu o structură mult mai complexă decât aceea a polipului, implică gene majore. Se pune întrebarea: cum au apărut aceste gene? Au existat mutații succesive care să conducă la transformări majore, până la formarea unor meduze? Dacă este vorba de un multiplu de gene alele, cum ne putem explica apariția lor canalizată? Ne este limpede faptul că, pentru formarea unui dactilozoid, acționează un set de gene, iar pentru diferențierea unui gonozoid, sau meduzoid, alte gene. Toate aceste gene controlează formarea diferențiată a unor astfel de indivizi. Reproducerea sexuată se realizează prin ouă. Cum ajung aceste gene la nivelul gonozoizilor? Se aflau aceste gene de la început în informația genetică a individului formator al coloniei (oozoid)? Nu putem crede că zestrea ereditară caracteristică unei populații de indivizi din structura unei colonii se găseşte de la început, sub formă de latență, urmând să intre în funcțiune doar în anumite momente evolutive. Am crede în preformism. Aceste gene trebuie să fi apărut pe parcurs. Dar când şi unde au apărut? În informația genetică a indivizilor care s-au metamorfozat? Transformările s-au acumulat oare în timp şi structurile s-au perfecționat treptat? Este de-a dreptul impresionantă transformarea unor polipi normali în meduzoizi.

Dacă modificările genetice sunt proprii fiecărui tip de individ, cum se explică faptul că, deşi unele dintre aceste tipuri (gastrozoizi, acantozoizi, dactilozoizi etc.) nu participă la reproducerea sexuată, îşi transmit totuşi acumulările genetice? Cum a ajuns informația de la gonozoizi în celulele sexuale? Nu vom apela la modelul gândirii lui **Darwin, K. Nägeli** sau **A. Weismann**,căci un astfel de transfer între indivizi nu este posibil, totuşi, acumulările

informaționale par a fi stocate în informația genetică a zigotului, dar fac parte din zestrea ereditară a coloniei. Atenție însă! Celula-ou caracteristică unei specii coloniale nu conține informația ereditară proprie unui individ (aşa cum s-ar putea crede), ci a întregii colonii. De unde poate acumula celula-ou toate aceste informații? Cum este posibil ca genele fiecărui tip de individ metamorfozat să ajungă în celula-ou? Care este diferența dintre zestrea genetică proprie unei specii cu o colonie homonomă şi a uneia cu o colonie heteronomă? Colonia reprezintă o societate de indivizi care trăiesc împreună şi depind unii de alții în existența lor, formând un tot unitar, un întreg, o colonie. În aceste situații, oul aparține unui individ anume, sau coloniei, adică societății de indivizi?

Dacă o colonie ar aparține unei specii endemice, care ar fi reprezentată, la un moment dat, numai de colonia respectivă, indiferent cât este ea de mare sau de mică, înseamnă atunci că oul este al speciei? Nu ar trebui să fie al unui individ? O asemnea perspectivă ne încurcă complet. Specia nu face ouă, nu se reproduce; cei care se reproduc, cei care formează ouă, sunt indivizii, specia perpetuându-se prin reproducerea indivizilor.

Este adevărat, reproducerea este realizată de indivizi, însă ea este înscrisă în programul speciei. Toate comportamentele de reproducere caracteristice unei specii sunt proprii indivizilor, însă ele sunt dictate de programele speciei şi sunt înscrise în informația genetică a indivizilor. În reproducerea realizată de indivizii specializați ai unei colonii descoperim un element de mare subtilitate, legat de reproducere, o strategie evolutivă a speciei, pe care n-o bănuiam. Din momentul în care diviziunea muncii într-o colonie se accentuează, iar unii indivizi renunță la realizarea reproducerii, aceasta fiind preluată de indivizi specializați, cei din urmă sunt obligați să cuprindă în celulele sexuale toate caracteristicile genetice ale indivizilor care participă la formarea întregului, a coloniei adică. Treptat, treptat, oul îşi pierde rolul de a transmite genetic realizarea unui individ de un anumit fel şi capătă funcția de a transmite caracterele întregului. Oul unei specii coloniale

devine exponentul coloniei şi nu doar al unui singur tip de indivizi, fie ei şi gonozoizi. În această situație colonia ne apare ca un adevărat supraorganism.

Asemenea idee pare absurdă. Dar numai pare. Noi vorbim de populație ca de un nivel de organizare şi îi atribuim toate caracteristicile unui nivel de organizare, dar nu suntem capabili să intuim întregul pe care îl formează. Ne-am putea oare imagina că la speciile solitare ar putea exista indivizi care să nu aibă înscrise în informația genetică toate caracteristicile speciei? Nu am putea; dacă am accepta o astfel de idee, am proba o gândire naivă. Deci, şi în această situație, oul conține nu numai informația proprie individului respectiv, ci şi a întregii specii din care face parte. Deci, aşa trebuie să gândim, aşa este corect.

Cum ajunge însă informația genetică proprie acantozoizilor la nivelul celulelor reproducătoare ale gonozoizilor?

Lucrurile sunt foarte complicate. Toate celulele aparținând indivizilor de la nivelul unei colonii provin din celula ou, tot aşa cum toate celulele din corpul nostru provin tot de la celula ou. Aşadar, celulele conțin toată informația genetică necesară edificării întregului. Cum la celenterate capacitatea de regenerare a indivizilor şi a coloniei este foarte mare, orice fragment poate regenera întreaga colonie. Deci, celulele conțin aceleaşi informații genetice. De ce apar atunci atâtea forme diferite de indivizi în cadrul unei aceleiaşi colonii? Informația genetică este aceeaşi, însă ea nu este citită în acelaşi mod în toate celulele. Citirea se face în funcție de o multitudine de factori. O parte din gene sunt blocate în anumite părți ale coloniei, la anumiți indivizi, pe când la alți indivizi altă serie de gene sunt blocate şi altele funcționează. În funcție de ce factori se realizează citirea diferită? Probabil, în funcție de poziția celulelor în cadrul coloniei, de relațiile dintre ele, de influența diferită a mediului etc.

Asociindu-se într-o colonie, indivizii se supun programelor superioare ale întregului. Această supunere creşte odată cu creşterea integralității coloniale. Este ca şi cum în informația genetică se înscriu noi şi noi programe,

care sunt executate de părțile componente (de indivizi). Programele nu sunt comune pentru toți indivizii, ci se adresează în mod diferit unor categorii de indivizi care, conformându-se, încep să se diferențieze morfofuncțional.

Într-o colonie heteronomă, indivizii se diferențiază în funcție de interesele întregului. Îşi propun indivizii să se modifice? De ce unii indivizi devin gastrozoizi, alții acantozoizi sau gonozoizi? Îşi aleg ei anumite funcții? Probabil că nu, mai curând aceste funcții sunt impuse de întreg şi sunt alese numai în interesul întregului. Ele par a fi nişte programe impuse, ce trebuie executate. În funcție de aceste programe sunt folosite numai anumite informații genetice, diferite de la o categorie de indivizi la alta.

Transformările majore care au loc în cadrul unei colonii nu sunt provocate, probabil, de transformări la fel de importante ale genotipului, ci mai curând de stabilirea unor relații între gene, în funcție de noile programele impuse, parcă, de tendința internă a întregului (coloniei) de a realiza anumite funcții. Înfruntând riscul de a fi catalogați drept lamarckişti, trebuie să apelăm la acest factor, şi anume **la tendința internă a ființelor de a progresa**. Transformarea indivizilor unei colonii nu se desfăşoară nici la întâmplare şi nici haotic. Ea este impusă de anumite necesități. Ale cui sunt aceste necesități? Nu ale indivizilor luați separat, ci ale întregului. Deşi sună anacronic, pare a fi vorba de o „dorință" internă, de interesele proprii ale întregului.

Strategia evolutivă a formelor coloniale este bazată pe modificările morfofuncționale ale indivizilor, astfel încât aceştia să poată îndeplini anumite funcții. Diferențierea poate ajunge atât de departe, încât la un anumit nivel al diferențierii nu se mai recunoaşte nimic din modelul inițial. În schimb, modelul final este perfect pentru funcția pe care o îndeplineşte.

Cum se realizează diferențierile morfofuncționale?

La început toți indivizii coloniei sunt la fel. Gastrozoizii îndeplinesc funcția de hrănire. Ei trebuie să prindă cu mai multă uşurință prada şi s-o poată depozita mai bine pentru digestie. Cu timpul, ei devin mai mari şi mai viguroşi.

Tentaculele sunt mai mari, iar cavitatea gastrică mai cuprinzătoare. Ar putea fi ajutați de indivizii vecini. Ei sunt însă tot gastrozoizi. Aceştia se pot grupa 2-3 sau mai mulți la un loc, însă pentru prinderea prăzii se simte nevoia unui ajutor mai substanțial. Ar fi prinsă prada mult mai bine, cu mai multă uşurință şi de pe o rază cu mult mai mare, dacă gastrozoizii ar fi ajutați de nişte filamente prehensile cu puternice baterii de cnidoblaşti. Ar putea fi aceasta o soluție? Dacă da, atunci este realizabilă? Şi cum? Pur şi simplu, prin transformarea unor polipi în filamente prehensile. Bine, dar distanța este prea mare, iar transformările prea ample. Totuşi, nimic nu este imposibil. Trebuie găsit un model, un pattern care poate fi aplicat în toate cazurile posibile, la tot felul de colonii asemănătoare. De unde ar fi putut porni o asemenea pretenție? Probabil că din interesul coloniei, al întregului. Şi ce dacă? Ar însemna că vor urma mutații canalizate ale genelor, care să conducă la apariția unor indivizi cu o astfel de organizare şi care să îndeplinească funcția dorită? Presupunerea este atât de naivă încât trebuie să fie abandonată. Atunci, această transformare, care s-a dovedit a fi reală, a apărut aşa, din întâmplare, fără ca măcar întregul să şi-o dorească, sau să o comande într-un fel? Această soluție este şi mai naivă decât precedenta. Modificarea produsă a apărut dintr-o necesitate şi a fost realizată în funcție de posibilitățile întregului. Ar trebui să credem că mai întâi a apărut tendința internă a întregului, urmată de implementarea unui anumit program, adecvat unor astfel de transformări. O dată implementat acest program, prin interrelațiile dintre gene şi prin diferite modificări genetice, programul va fi finalizat. Totul va depinde de „genele arhitect" care citesc şi prelucrează programele genetice.

Strategia sistemelor coloniale pare a fi asemănătoare cu strategia constituirii metazoarelor prin asocierea, în acelaşi mod, a nenumărați indivizi, care însă sunt unicelulari. Prin diviziunea muncii în cadrul întregului se trece la formarea de organe. Modalitatea de apariție a

acestora diferă în mare măsură, în esență ea pare însă a urma aceeaşi schemă organizațională.

Complexitatea unei colonii creşte odată cu diferențierea morfofuncțională a indivizilor componenți. În acelaşi timp creşte şi integralitatea sa, încât te întrebi, adesea, dacă este vorba de o colonie sau de un individ bine conturat. Ce sunt *Physalia physalis* şi *Velella spiralis*? Sunt ele colonii? Corpul lor este atât de unitar, iar indivizii se comportă asemenea unor organe bine individualizate şi organizate, încât cu greu se poate crede că sunt indivizi diferiți, aparținând unei aceleiaşi colonii.

Chiar la *Halistemma pictum*, care este o formă primitivă, indivizii sunt puternic diferențiați şi formează o unitate bine integrată (fig. 3.7). La partea superioară se găseşte **pneumatoforul** (sifonozoidul), care realizează mişcarea pe verticală a coloniei.[5]

Fig. 3.7 Colonia de *Halistemma pictum* (*Stephanomia bijuga*) (după Barnes, 1963)

Pneumatoforul are glande gazogene, care asigură umplerea veziculei. Urmează seria **nectozoizilor,** care au aspectul unor meduze şi care asigură mişcarea coloniei pe orizontală, prin mecanisme de propulsie. Pe stolon se găsesc serii de indivizi grupați în formațiuni numite **cormidii.** O cormidie este formată dintr-un **filozoid**, cu aspectul unei

bractei, care apără gruparea respectivă de indivizi. În fiecare cormidie se găsesc **gastrozoizi**, puternic dezvoltați şi puşi în legătură cu tentacule prehensile, prevăzute cu puternice baterii de nematociste. Tentaculele prehensile, care servesc la prinderea şi paralizarea prăzii, pot fi asociate la bază cu **dactilozoizi**, care au rol în apărare. Unii indivizi au aspectul unui sac şi se numesc **paploni**.[6] Din paploni şi gastrozoizi iau naştere tentaculele lungi, prehensile. **Gonozoizii** sunt bine dezvoltați şi pot avea aspectul unor saci (la formele primitive) sau a unor geme meduzoide (la cele mai evoluate). Bateriile de indivizi, deci cormidiile, se repetă de-a lungul unui stolon, care este străbătut de o cavitate gastrică ce realizează legătura între toți indivizii. Stolonul, împreună cu toate cormidiile, formează aşa-numitul **cormus** sau corpul coloniei. Cormidiile sunt bine organizate, funcționale, iar la unele specii pot deveni independente şi trăiesc singure, fiind numite **eudoxii.** Colonia are creştere continuă.

Noile cormidii se formează în apropierea pneumatoforului, cele vechi găsindu-se la capătul opus. Situația este comparabilă cu formarea proglotelor la tenii. De aceea nu ne miră detaşarea unor cormidii. *Halistemma pictum* este o specie primitivă, care are cormidiile dispuse linear. La formele evoluate, *Stephalia corona*, *Physalia physalis*, *Velella spiralis*, cormidiile se dispun concentric, sub nectozoizi (fig. 3.8).

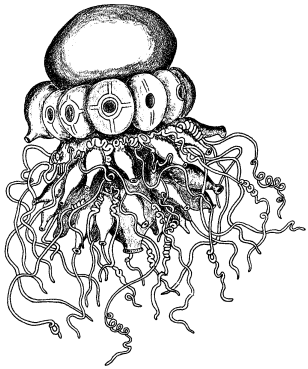

Fig. 3.8 Colonie de *Stephalia corona* (după Barnes, 1963)

Comportamentul coloniei este foarte complex. Zooizii, perfect integrați funcțiilor întregului, se comportă ca nişte organe ale unui organism unic. Coordonarea activității indivizilor se face prin formațiuni nervoase. Fiecare nectozoid îşi are propriul sistem nervos, care coordonează contracțiile; totuşi, este pus în legătură cu restul coloniei tot prin formațiuni nervoase, astfel că poate răspunde la orice semnal lansat de indivizii coloniei.[8] Gastrozoizii pot desfăşura activități independente de prindere a prăzii, însă deseori pot colabora, mai mulți la prinderea unei prăzi mai mari. Paplonii par a fi nişte organe digestive auxiliare, funcția lor fiind aceea de a pompa hrana de-a lungul stolonului.

Interesant este faptul că întreaga colonie porneşte de la o celulă-ou. Toată informația genetică se găseşte în celula-ou, din care ia naştere larva ciliată (planula). Larva ciliată pune bazele întregii colonii. Ectodermul său se îngroaşă şi începe să genereze mugurii nectozoizilor şi al pneumatoforului, apoi ai celorlalte categorii de indivizi. O anumită zonă rămâne funcțională, asemenea unui meristem, generând noi serii de cormidii. Astfel, se produce aşa-numita **astogenie**,[9] adică ontogeneza coloniei. Celula-ou este purtătoarea întregii informații genetice de care are nevoie colonia, indiferent cât de complicată este aceasta. Celula-ou este aşadar, purtătoarea informației întregii societăți de indivizi.

În evoluția formelor coloniale, de la cele homonome până la cele heteronome, cu o structură complexă, putem surprinde întreaga complicare a materialului genetic depozitat în celula-ou. Oul nu este al unui individ, aşa cum am văzut, ci este al coloniei. Materialul genetic trebuie să înscrie toate diferențierile indivizilor, toate noile acumulări morfofuncționale ale întregului.

Colonia reprezintă o formă de trecere către indivizii pluricelulari. Celulele care se asociază în colonii trebuie să înscrie în programul lor genetic această asociere. Chiar dacă celulele se diferențiază morfofuncțional, ele au înscrise în informația lor genetică programul întregului (coloniei). În situația în care diferențierea structurilor în

cadrul coloniei este atât de mare încât unii indivizi au pierdut funcția de reproducere, atunci, în mod obligatoriu, indivizii care preiau aceste funcții trebuie să înscrie întreaga informație genetică a coloniei. Principiul se înscrie perfect şi în structura şi în funcționalitatea organismelor metazoare solitare.

În acest fel, vom putea înțelege asamblarea indivizilor în cadrul coloniilor de sifonofore sau a altor colonii heteronome. Asamblarea este atât de perfectă, încât unii indivizi par a reprezenta organe ale întregului, care funcționează ca un tot bine individualizat.

Putem spune, fără teama de a greşi prea mult, că la sifonofore corpul este format din organe reprezentate de organisme individuale. La metazoare, organele se formează pe seama foițelor embrionare. La formele coloniale heteronome, aşa-numitele organe se formează pe altă cale, dar funcția finală este aceeaşi.[10] Trebuie să înțelegem deci, că nevoia de organe devine o necesitate pentru realizarea progresului morfofiziologic. Progresul morfofiziologic nu se poate realiza fără diviziunea muncii, fără apariția unor structuri specializate. De fapt, modul în care se formează aceste organe pare să nu aibă importanță. La celenterate, putem diferenția două căi de realizare a progresului morfofiziologic. Putem urmări evoluția polipului în seria celenteratelor. Dacă la ***Hydrozoa*** polipul este simplu, cu o cavitate gastrică neîmpărțită, la ***Scyphozoa,*** polipul, acolo unde există în ciclul biologic, are cavitatea gastrică împărțită în patru loje, prin patru septe. La ***Octocorallia,*** cavitatea gastrică este împărțită prin opt septe în opt loje. Septele au o structură complexă: marginea septelor prezintă aşa-numitul **filament mezenterial**, cu celule ciliate şi celule glandulare, iar septele au musculatură: muşchi transversali pe fața posterioară, care realizează îngustarea septului şi lărgirea cavității gastrice, şi câte un **muşchi retractor septal** pe fața ventrală, care plisează septa în lung.[11] La baza septelor se localizează gonadele (fig. 3.9). Structura polipului se complică, iar funcțiile se separă şi se localizează în organe de tip special. În partea orală a polipului se diferențiază un

faringe, de care se prind septele. Faringele este căptuşit de ectoderm. Pentru a asigura circulația lichidelor într-un anumit sens, acesta prezintă un şanț ciliat, numit sifonoglif. Cilii sifonoglifului formează un curent de apă care pătrunde în interiorul cavității gastrice, iar cilii din restul epiteliului faringean intensifică un curent de apă ce iese afară din corp.

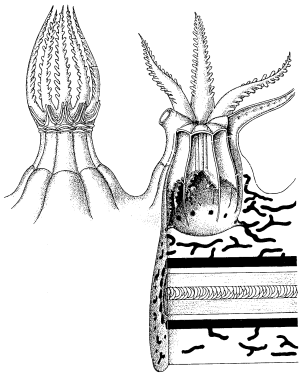

Fig. 3.9 Structura polipului de octocoralieri (după Barnes, 1963)

Organele sunt bine individualizate şi perfect funcționale pentru pretențiile de viață ale acestor organisme. Tentaculele sunt situate deasupra lojelor, iar cavitatea gastrică pătrunde în ele până la pinule.

Septele sunt de origine endodermică, însă marginile septelor dorsale au cele două benzi longitudinale prevăzute cu cili lungi, care delimitează un şanț şi prezintă şi celule ectoblaste. Aceste benzi sunt ectodermice, provenind din ectodermul faringean. La origine, muşchii transversali şi cei longitudinali sunt formați pe seama endodermului. Gonadele sunt tot de origine endodermică.

La *Hexacorallia*, structura polipului este şi mai complicată. Complicarea este dată de numărul mare de tentacule şi de septe care formează aşa-numitele loje şi interloje (fig. 3.10). Numărul de septe este atât de mare încât delimitează tubul digestiv prin filamente mezenteriale complex structurate. La formele cu schelet, cavitatea gastrică este împărțită atât de sclerosepte, cât şi de sarcosepte. Tentaculele se găsesc tot deasupra lojelor,

numărul lor corespunzând numărului de loje. La multe specii, filamentele mezenteriale se prelungesc la partea inferioară cu câte un filament lung şi subțire, bogat în celule cnidoblaste, numit **acontium**. Cnidoblastele sunt foarte mobile, servind ca organe de atac şi de apărare; ele pot fi scoase prin orificiul buco-anal sau prin nişte orificii numite **cinclide,** care străbat peretele corpului. Prin aspectul lor, cinclidele amintesc de tentaculele sau filamentele prehensile de la sifonofore.

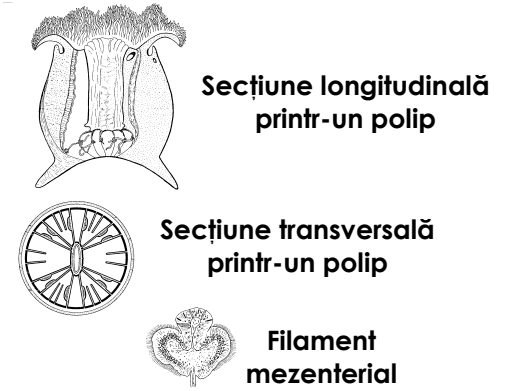

Fig. 3.10 Structura polipului de hexacoralieri (după Barnes, 1963)

Ceea ce interesează aici nu este reamintirea unor structuri, ci faptul că progresul morfofiziologic al polipilor se realizează prin diferențierea unor structuri. Aceste structuri se realizează prin gruparea unor celule şi țesuturi şi prin specializarea lor ulterioară. De unde porneşte această tendință de formare a unor organe? Este ca o necesitate atunci când organismele au pretenții superioare de viață? Cine determină individualizarea unor organe, complicarea şi specializarea lor? Reprezintă aceasta o dorință internă a organismului, a speciei? Dacă da, înseamnă că imediat trebuie să se producă mutații canalizate, care să asigure apariția acestora? Astfel de întrebări s-au mai pus. Aici nu este însă vorba de indivizi care se metamorfozează, ci de anumite structuri, proprii organismului, care suferă modificări canalizate pe o anumită direcție. Este ca şi cum o anumită

funcție trebuie îndeplinită, iar realizarea ei se produce prin modificarea unor organisme sau prin crearea de organe noi. Trebuie înviorată digestia? Ea se poate înviora prin compartimentarea cavității gastrice. Cum anume? Se formează septe. Nu sunt suficiente? Se poate mări numărul. Nu sunt perfect funcționale? Se poate complica structura. Nu este suficientă participarea unei singure foițe embrionare? Nu-i nimic, la realizarea structurii poate participa şi cealaltă foiță.

Simte organismul nevoia unor structuri suplimentare de protecție? Soluția este dată de prezența unor filamente cu baterii de nematocişti. Probabil, acesta este pattern-ul care poate circula. Pe seama cui se formează? Ce mai contează? Principalul este că se formează. Soluția este asemănătoare cu realizarea celorlalte organe.

Iată, deci, că structura polipilor a devenit foarte complexă şi nu este vorba de diferențierea unor indivizi din cadrul coloniei, ci de formarea unor organe. Am văzut că în cazul coloniilor heteronome are loc, de asemenea, o complicare a structurii întregului, însă soluția este diferită. Rolul organelor este preluat de anumiți indivizi. Filamentele sau tentaculele prehensile care ajută gastrozoizii la procurarea hranei se aseamănă cu filamentele de la antozoare, deşi se formează în alt mod. Organele homoloage de acest tip se mai întâlnesc în lumea animală. În fond, aripile delfinilor nu îndeplinesc acelaşi rol cu cele ale rechinului? Faptul că originea lor este diferită nu contează. Totul este ca ele să îndeplinească aceeaşi funcție şi cu aceeaşi eficiență.

Am analizat aici două modalități diferite de creştere a progresului morfofiziologic al organismelor în cadrul aceleaşi încrengături.

Strategiile evolutive vizează acelaşi lucru, adică creşterea progresului biologic, chiar dacă acesta se realizează pe căi diferite. Care din ele este oare mai eficientă? Probabil că aceea a formării directe a unor organe, deoarece este larg utilizată; ceea ce nu înseamnă că sifonoforele de tipul *Physalia*, *Stephalia* sau *Velella* nu sunt perfecționate şi adaptate la modul şi mediul de viață

corespunzător nivelului lor de evoluție, deci pretențiilor lor de viață.

Ceea ce surprindem aici este faptul că la animale coloniale din aceeaşi încrengătură întâlnim ambele modalități de realizare a progresului biologic. La sifonofore, rolul organelor este preluat de diferiți indivizi, iar la corali (octocoralieri şi hexacoralieri), deşi apar şi unele diferențieri morfofuncționale între unii indivizi, anumite funcții sunt îndeplinite de organe specializate, şi nu de indivizi metamorfozați.

NOTE

1. Radu, Gh. Vasile, Radu, V. Varvara, 1958 – Zoologia nevertebratelor, vol. I, Ed. Did. şi Ped. Bucureşti
2. Wheeler, W.M., 1928 – The social insects: their origin and evolution. Harcourt, Brace, New York, T. XVIII, 378 pp.
3. Wilson, D. Eduard, 2003 – Sociobiologia, Ed. Trei
4. Barnes, R.D., 1963 – Invertebrates Zoology, Saunders, Philadelphia
5. Bayer, F.A., 1973 – Colonial organization in octocoral. In R.S. Boardman, A.H. Cheetham and W.A. Oliver, Jr. eds (q.v.) Animal colonies: development and function through time, p. 69-93
6. Mackie, G.O., 1964 – Analysis of locomotion in a siphonophore colony. Proceedings of the Royal Society, ser. B, 159: 366-391
7. Beklemisev, V.N., 1952 – Bazele anatomiei comparate a nevertebratelor, vol. I-V, Acad. R.P.R. Inst. Rom.-Sov., Bucureşti
8. Ibidem
9. Wilson, D. Eduard – opera citată
10. Bishop, J.W., Bahr, L.M., 1973 – Effects of colony size on feeding by Lophopodella carteri (Hyatt.). In R.S. Boardman, A.H. Cheetham and W.A. Oliver, Jr. eds (q.v.) Animal colonies: development and function through time, p. 433-437
11. Bloom, J.T., Fawcelt, D.W., 1962 – A Textbook of Histology, 8th ed., Saunders, Philadelphia

IV. DIMENSIUNILE MEDIULUI CA STRATEGII EVOLUTIVE

În concepția noastră actuală, dorim să abordăm mediul ca pe o strategie evolutivă, şi nu ca pe un factor ecologic.

Ideile privind unitatea organism-mediu şi integrarea organismelor în mediu străbat ca un fir roşu gândirea biologică. Mediul este văzut ca un dat, în funcție de care organismele îşi desfăşoară existența pe baza unor strategii evolutive diferite.

Ce reprezintă mediul? Conform **dicționarului de neologisme** al lui **Florin Marcu** şi **Constant Maneca**, prin **mediu** înțelegem natura sau spațiul înconjurător în care se află, o ființă, un lucru etc. În acelaşi dicționar, prin **natură** înțelegem lumea înconjurătoare în întreaga diversitate a manifestărilor şi a formelor ei de mişcare; natura reprezintă aşadar mediul înconjurător.

Dacă prin mediu înțelegem **natura înconjurătoare** în care se află ființele şi lucrurile, înseamnă că nu este firesc să vorbim de un mediu înconjurător.

În limba engleză se foloseşte termenul de **environment**, prin care se înțelege „*totalitatea condițiilor ce asigură existența, creşterea şi prosperitatea unui organism, sau a unui grup de organisme (dem sau populație); mediul înconjurător sau circumstanțele externe*".[1]

Înțelegând prin mediu natura înconjurătoare, ne dăm seama că totul trebuie să fie echilibrat, că într-un mediu orice organism trebuie să-şi poată duce existența în chip firesc, să crească şi chiar să prospere. În acest sens ne atrage atenția **Emil Racoviță** (1929) în scrierile sale, considerând că mediul reprezintă: „*totalitatea înfăptuirilor, fenomenelor şi energiilor lumeşti ce vin în contact cu o ființă, de care depinde soarta acesteia şi-a căror acțiune provoacă o reacțiune în zisa ființă*".[2] Acțiunea şi reacțiunea

de care vorbeşte **Racoviță** înseamnă integrarea organismului în mediu şi unitatea organism-mediu.

Michel Prieur (1991) încearcă să definească noțiunea de mediu înconjurător pentru Comunitatea Europeană ca fiind un: „*ansamblu de elemente care, în complexitatea relațiilor lor, constituie cadrul, mijlocul şi condițiile de viață ale omului, cele care sunt ori cele care nu sunt resimțite*".[3]

Nu trebuie însă să legăm noțiunea de mediu numai de om, deoarece toate ființele trăiesc în mediu, mai bine zis, îşi au mediul lor. Reținem însă faptul că mediul este format din totalitatea factorilor care acționează asupra unui organism, indiferent dacă sunt percepuți sau nu prin simțuri.

Rămânând pe linia gândirii lui **Jean Baptiste Lamarck**, putem spune că, mediul este format din totalitatea **circumstanțelor externe**, adică a tuturor factorilor abiotici şi biotici exteriori unui organism. Mediul reprezintă totalitatea factorilor externi care acționează asupra unui organism sau a unei populații de organisme, provocând o serie de reacții ale acestora prin unele reajustări ale factorilor interni, proprii. Deci, se poate vorbi de un mediu extern şi de un mediu intern. Prin factorii săi, mediul intern asigură integrarea organismului în mediu, prin reacții cibernetice de tip feed-back.

Având o structură deosebit de complexă, trebuie să diferențiem în cadrul mediului mai mulți factori. În acest sens, putem vorbi de medii acvatice, terestre şi aeriene, de mediu biotic şi abiotic, de mediu marin sau salmastru, de mediu social sau cultural etc.

Dacă mediul influențează mult existența şi chiar evoluția organismelor, atunci cum este posibil ca într-un mediu oarecare (acvatic, spre exemplu) să trăiască, să se dezvolte şi să prospere organisme din grupe diferite, de la protozoare până la cetacee ?

Au aceleaşi pretenții de viață toate organismele din apă? Desigur, mediul acvatic nu este uniform în tot bazinul. Pot să apară diferențe esențiale în ceea ce priveşte calitatea apei (oxigenare, compoziție chimică, turbiditate,

transparență etc.), viteza curenților de apă, existența altor specii (factorii biotici) şi chiar unii parametri organoleptici (culoare, miros, gust etc.). Unele medii acvatice, cum ar fi zonele abisale sau hadale din bazinele acvatice par a fi cvasiuniforme. Totuşi, şi aici întâlnim specii din aproape toate grupele mari de animale.

Ce înseamnă mediul pentru un organism ?

Deşi se găsesc în acelaşi mediu, în acelaşi spațiu restrâns, fiecare specie are pretențiile sale, nevoile sale, pe care le valorifică în mod diferit în raport cu celelalte specii. Este ca şi cum fiecare specie sau chiar fiecare organism şi-ar crea propriul mediu. Îi dăm, aşadar, dreptate lui **Alexandru Dragomir**, când afirmă că: „*Întotdeauna mediul aparține cuiva, e propriu cuiva*".[4]

Acest mod de a gândi trebuie aplicat tuturor tipurilor de mediu şi tuturor organismelor, indiferent de grupa din care acestea fac parte. La specia umană, acest principiu se aplică cel mai bine ținând seama de complexitatea mediului. Alături de mediile abiotice şi biotice se suprapun şi mediile sociale, cu toate fațetele lor. Subdivizând noțiunea de mediu până la refuz, putem vorbi de: mediu social, mediu cultural, mediu profesional, mediu intelectual etc., punând astfel în discuție factorii sociali care se adaugă celorlalți factori ai mediului.

Analizând aşa-numitul mediu universitar, vom accepta că toți studenții unei specializări, de la o anumită facultate, au aceleaşi condiții de mediu (săli de curs, laboratoare, biblioteci, cadre didactice). La acestea se adaugă condițiile oferite de citadela universitară. Multitudinea de cursuri opționale şi de tratate de specialitate, varietatea condițiilor oferite de biblioteci, diversitatea de oferte culturale şi sportive etc. determină diferențierea opțiunilor, ceea ce face ca, deşi toți studenții specializării respective trăiesc în acelaşi mediu, să aleagă căi şi direcții de formare diferite, în funcție de preferințe, de felul lor de a fi, de afinități şi de foarte mulți alți factori subiectivi.

Valorificarea ofertelor asigurate de mediul social este atât de mare, încât ajungi să te întrebi dacă studenții specializării respective trăiesc în acelaşi mediu.

Că este vorba de acelaşi mediu nu încape îndoială, însă faptul că fiecare student îşi proiectează formarea în felul său, este o certitudine. Este ca şi cum fiecare student şi-ar construi mediul său propriu.

De aici trebuie să înțelegem că mediul nostru, al fiecăruia dintre noi, este situat în interiorul unei sfere mai largi, al unui mediu mai cuprinzător, din care ne alegem ceea ce ne convine, ceea ce intră în sfera intereselor noastre. Este vorba de propriul nostru mediu, aşa cum afirmă **Alexandru Dragomir**: „*E drept, în orice mediu există lucruri concrete care se întrepătrund, dar ele sunt lucrurile concrete din mediu meu*".[5]

Dacă mediul social este atât de complex şi dacă în acest mediu fiecare om îşi creează propriul mediu, atunci trebuie să acceptăm ideea că şi celelalte medii pot fi la fel de complexe, oferind o sferă largă de posibilități (factori), dintre care fiecare specie îşi alege ce are nevoie şi cât are nevoie. În mediul abisal cvasiuniform al unui bazin oceanic, fiecare specie îşi creează mediul său propriu, în funcție de posibilități şi mai ales de pretențiile de viață proprii.

Michel Prieur (1991) vorbeşte de anumite elemente ale mediului care nu pot fi resimțite, existând desigur mulți factori ai mediului ce nu pot fi percepuți prin simțuri. Nu pot fi percepute modificările magnetismului terestru, ale vânturilor solare sau fluxurile radiațiilor cosmice. Uneori nu putem percepe nici măcar factorii fizici, care sunt deosebit de palpabili.

Se vorbeşte de mediul edafic. Este vorba de sol ca factor ecologic. Ce reprezintă un sol nisipos pentru diferite specii de plante ? Pentru plantele cu rădăcini scurte, cum sunt unele graminee, înseamnă un mediu arid, neprielnic, în timp ce pentru lucernă, care îşi înfige rădăcinile până la 10-15 m adâncime, un astfel de mediu este destul de prielnic. Unul şi acelaşi mediu este valorificat în mod diferit de specii diferite.

Unii factori ai mediului sunt însă greu de perceput. Se vorbeşte de existența unui mediu spațial şi chiar de un mediu temporal.

MEDIUL SPAȚIAL

Spațiul reprezintă un factor important al mediului. Aşa cum am subliniat deja, spațiul poate fi închis şi deschis. Ce putem înțelege prin spațiul unui individ ? Spațiul închis ar putea fi casa în care ne desfăşurăm existența într-o perioadă de timp. Dimensiunile acestui spațiu pot fi diferite: o parte din camera unui cămin studențesc, o cameră într-un apartament, un apartament, o casă sau o gospodărie complexă.

Cât timp ne petrecem în acest spațiu închis ? O soție casnică îşi petrece cea mai mare parte din zi în apartament (casă sau gospodărie), în timp ce un salariat îşi petrece în casă un timp mai redus. Unele persoane se întorc acasă doar pentru odihna din timpul nopții. Folosirea spațiului închis depinde de specificul profesiunii, dar şi de ambianța creată de acest spațiu. O persoană căsătorită trăieşte mai mult timp acasă, alături de soție şi de copii. Un student sau un celibatar vor da mai mică importanță acestui spațiu. Fiind folosit pentru odihna din timpul nopții, spațiul închis devine un mediu care îşi poate pune puternic amprenta asupra existenței unui individ. Acest spațiu poate oferi condiții de lucru unui intelectual, sau pentru unele lucrări din domeniul profesiunii, căpătând un rol mai important ca mediu de viață. În unele profesiuni, spațiul închis ar putea fi chiar camera de lucru de la serviciu, unde petreci mai mult de opt ore. Mulți funcționari îşi petrec o bună parte din zi la serviciu, iar la terminarea programului nu mai au preocupări profesionale, însă nici puterea de a desfăşura activități mai ample în spațiul deschis. În acest caz, casa şi biroul apar ca spații închise. Spațiul deschis poate fi considerat cel din afara locuinței. Ce înseamnă spațiu deschis pentru un student ? În acest spațiu intră amfiteatrele, laboratoarele, bibliotecile, dar şi toate ofertele culturale, ştiințifice, sportive şi distractive existente în oraşul

universitar respectiv. Pentru unii studenți, spațiul deschis poate fi extins dincolo de graniță în cazul primirii unei burse „Socrates", sau a participării la anumite reuniuni studenţeşti sau ştiinţifice. Deschiderea spațiului depinde de „bătaia" fiecăruia. Există oameni care şi-au părăsit satul natal, ceea ce înseamnă că nu ar putea desfăşura suficiente activități care să nu îi rupă de lume. S-ar putea ca, prin mijloacele mass-media, să fie la curent cu evenimentele zilei, deşi asemenea cazuri sunt mai rare. „Bătaia" fiecăruia variază în funcție de cauze multiple. Mediul deschis poate fi mult lărgit prin drumeție, prin deplasări efectuate în interes de serviciu, prin turism organizat sau efectuat cu mijloace proprii. Posesorul unei maşini îşi poate deschide spațiul în limite foarte mari. Se impune însă o condiție, asigurarea resurselor financiare.

Spațiul deschis este un spațiu propriu, construit de fiecare individ în parte. Doi studenți, colegi de cameră, pot să-şi construiască în mod diferit mediul deschis. În afară de activitățile comune, unul din ei îşi deschide spațiul către anumite biblioteci, către teatru, filarmonică, muzee, săli de expoziție etc. Celălalt ar putea fi atras de sălile de sport, stadioane, ca sportiv amator, sau poate petrece mult timp în discoteci şi în baruri, neglijând instituțiile culturale şi chiar pe cele ştiinţifice. „Bătaia" în mediul spațial este proprie fiecărui individ, fără a aparține însă exclusiv acestuia, mediului spațial. Cu alte cuvinte, mediul spațial se creează în funcție de mai mulți factori. Putem vorbi de un spațiu psihologic (mediu psihologic), de spațiul intelectual, de spațiul comunicării etc.

Mediul spațial fizic

Este spațiul un factor al mediului ? În fond, ce este spațiul ? Nu ne interesează atât spațiul ca formă fundamentală a existenței materiei, inseparabilă de aceasta, având aspectul unui întreg neîntrerupt cu trei dimensiuni, care imprimă ordinea în care sunt dispuse obiectele şi procesele concomitent, cât ne preocupă spațiul ca loc, ca suprafață, sau ca întindere limitată în care trăieşte un individ, o specie sau o biocenoză.

Spațiul ocupat de biocenoză se numeşte **biotop**, iar cel ocupat de o specie - **areal**. Spațiul ocupat de un individ sau de o populație este numit **habitat,** termen ce nu are încă un statut bine definit. Ecologii englezi dau termenului de habitat un înțeles mai cuprinzător, pentru a indica locul unui biocenoze, al unei specii sau populații şi chiar al unui individ. Habitatul include toți factorii abiotici în care aceste formațiuni îşi desfăşoară existența.

Noi vom considera noțiunea de habitat ca spațiul în care îşi desfăşoară viața un individ sau chiar o populație.

Spațiul reprezintă un mediu deopotrivă închis şi deschis.

Spațiul ocupat de un popândău cuprinde vizuina lui şi o suprafață de teren ce se întinde pe o rază de câțiva metri sau zeci de metri în jurul vizuinii, de pe care acesta îşi adună rezervele de hrană. Vizuina este un spațiu închis, care însă se deschide înspre afară până la o anumită limită.

Folosind o expresie din limbajul comun, limita este „**bătaia**" mea, punctul până la care pot să mă întind.[6]

O ființă se mişcă în spațiu până la o anumită distanță, însă această distanță este limitată. Este distanța până la care aceasta vede bine, aude bine şi este sigură că o poate apăra împotriva intruşilor.

Dacă scoți un câine în natură, când îl eliberezi începe imediat să-şi marcheze o anumită suprafață pe care o ia în posesie. În momentul în care un alt câine îi încalcă teritoriul îl atacă cu înverşunare. Deci, în funcție de puterea sa, de „bătaia" sa, animalul îşi delimitează o suprafață mai mare sau mai mică.

Animalele îşi stabilesc o anumită limită a spațiului în funcție de puterea lor, sau de limitele pe care şi le simt. Doar oamenii doresc să aibă mai mult decât au nevoie, decât pot folosi. Dacă ne măsurăm bine puterile ne dăm seama că, în multe privințe, avem limite pe care cu greu le putem depăşi. Nu putem sări peste un obstacol mai înalt de 1,60-1,80 m dacă nu suntem atleți, nu putem alerga suta de metri sub 10 secunde, dacă nu avem aptitudini atletice deosebite, nu putem cuprinde cu privirea un spațiu prea mare fără a ne scăpa unele aspecte. Există o mulțime de

lucruri despre care avem conştiința clară că nu le putem stăpâni complet. Unele ne scapă observației, altele trec pe un plan secundar. Nu putem ține sub control toate obiectele care ne înconjoară, nici în spațiul nostru închis, nici în cel deschis.

Mai mult decât atât, aşa cum afirma **Alexandru Dragomir** (2004): „*mediul, ca „bătaie" a mea, presupune o natură modificată şi aproximativă*".[7]

Pentru oameni, mediul este mai puțin limitat în exterior, limitele spațiului nefiind precis stabilite, ca în cazul animalelor. Este adevărat că mai există oameni care nu au depăşit limitele satului în care s-au născut. Chiar şi într-o asemenea situație, spațiul este mişcător, omul putând depăşi cu uşurință aşa-zisele limite stabilite de „bătaia" a sa.

Spațiul controlat de om se poate extinde în mod nelimitat. De la cunoaşterea localității natale, „bătaia" se poate extinde la cunoaşterea județului, o provinciei, a țării sau a continentului pentru unii oameni (care au posibilități sau care, prin specificul funcției sau meseriei, pot colinda lumea în lung şi în lat), cunoaşterea nu are limite.

Mai putem vorbi aici de habitat, de biotop sau de limitele mediului spațial ? Desigur că nu.

Mediul este deosebit de complex. În mediu sunt multe lucruri, dar nu toate ne interesează în mod direct. Nu toate lucrurile din casă ne interesează în mod egal. În mediu găsim mai mult decât ne interesează, în el există întotdeauna un plus care depăşeşte limitele noastre.

Şi, totuşi, mediul este înscris în **ceva mai larg**: în „zările" noastre. Dacă mediul este „bătaia mea", înseamnă că față de „bătaia mea", există un dincolo pe care îl pot percepe într-o oarecare măsură. Deci, mediul nostru, este înscris într-un cerc mai larg, pe care îl putem cunoaşte mai mult sau mai puțin. Ceea ce ne interesează în mod special să cunoaştem se găseşte în mediul nostru. Întotdeauna, însă, acest mediu va avea mereu ceva în plus.

În acelaşi mediu (o cameră de cămin, un apartament) pot trăi mai multe persoane. Bătaia fiecăruia se întinde pe o rază ce poate diferi de la un individ la altul.

Chiar dacă ar fi aceeaşi rază, fiecare îşi creează mediul său, ca parte din mediul mai larg. Trăind în aceeaşi cameră de cămin, colegi de facultate folosesc aceeaşi cantină, aceleaşi săli de curs, aceleaşi laboratoare, biblioteci etc.; totuşi, ei îşi construiesc medii diferite, deoarece folosesc în mod diferit lucrurile, sunt interesați în mod diferit de ele. Întotdeauna un mediu este propriu cuiva. Colegii nu folosesc în aceeaşi măsură toate lucrurile, nu citesc aceleaşi cărți, sau le citesc în mod diferit.

În procesul cunoaşterii, lucrurile deja cunoscute se estompează, accentul cade pe necunoscut. Acest fapt ne ajută. Dacă nu suntem nevoiți să acordăm aceeaşi atenție tuturor lucrurilor, atunci putem să ne concentrăm pe cele mai importante, pe cele noi. Lucrul ştiut trece în planul secundar, ceea ce ne ajută să ne ocupăm de elementele străine. Ne deplasăm într-un ecosistem în căutarea unor plante pentru colecție. Nu le vom lua decât pe cele deosebite. Toate celelalte trec în plan secundar, ne sunt deja familiare. Tocmai acest fapt ne ajută să le găsim pe cele rare, pe cele străine nouă.

Pentru un intelectual, o librărie, biblioteca cuiva, îi stârnesc interesul prin cărțile noi, prin cele ce nu i-au căzut în mână. Acestea ascund o taină, sunt locuite de un spirit străin. Un lucru ne poate fi străin prin faptul că nu l-am cercetat îndeaproape. Ne întâlnim în fiecare zi cu el, dar nu intră în preocupările noastre. Abordând o anumită temă, făcând anumite comparații constatăm cu surprindere că lucrul respectiv ne-ar interesa. Descoperim în el anumite taine. Cu alte cuvinte, în propriul nostru mediu intră lucruri pe care le înțelegem, pe care le apropiem cunoaşterii noastre. Ele intră în ceea ce numim **Umwelt**.

Din momentul în care un lucru a fost cunoscut îndeaproape, el a intrat în Umwelt-ul nostru. După cunoaşterea lui, obiectul începe să se estompeze şi va ieşi din preocupările imediate, eliberându-ne interesul pentru alte lucruri. Aceasta nu înseamnă însă că anumite aspecte nu ar putea să ne scape cunoaşterii şi că, în alte condiții, obiectul respectiv nu ne-ar stârni din nou interesul, asemenea unui obiect străin. În egală măsură, aceasta mai

înseamnă că orice **străinătate** se determină față de un mediu propriu şi că orice mediu creează posibilitatea unui străin.[9]

Două persoane care trăiesc în aceeaşi casă, care lucrează în aceeaşi unitate, au multe preocupări comune, pot folosi aceleaşi lucruri. Putem afirma că trăiesc în acelaşi mediu. Ceea ce este paradoxal, însă este faptul că fiecare îşi construieşte mediul său, fiecare îşi apropie cunoaşterii anumite lucruri, multe scăpându-i celuilalt. Mediul propriu reprezintă nişa fiecărui individ, iar nişa reprezintă o construcție proprie, are o istorie proprie.

Studenții unei grupe, care audiază aceleaşi cursuri, vizionează împreună un film, apoi vizitează o pinacotecă, ar putea avea acumulări informaționale foarte diferite. Am crede că toți au asimilat aceleaşi informații, că au avut aceleaşi trăiri afective şi că au reținut pentru cultura generală aceleaşi elemente. Nimic mai greşit. Fiecare a selectat din informațiile primite numai elementele care l-au interesat, cele pe care le-a înțeles, cu care a putut face conexiuni cu cele deja acumulate până atunci. Importante sunt elementele străine pe care le-ai apropiat cunoaşterii tale, cele care vor intra în zona simțurilor şi vor face loc, mai departe, altor elemente, care intră în sfera străinului. Spațiul cunoaşterii se deschide, îşi desfăşoară raza în varii direcții. Este foarte important faptul că mediul propriu creează existenței posibilitatea străinului, ceea ce deschide orizontul cunoaşterii.

Când în jurul tău domină ştiința se instalează plictiseala, iar dacă predomină elementul străin s-ar putea instala înstrăinarea. Deci, pentru a se putea crea un mediu propriu, un anumit echilibru trebuie să se stabilească între ştiut şi neştiut.

Mediul spațial este bine organizat, el nu este haotic. Mediul este ordonat atunci când îl cunoşti. Adesea, pe masa de lucru se adună o multitudine de cărți şi de caiete, sau de hârtii cu însemnări, încât pentru un străin pare un haos. Pentru cel care lucrează în haosul respectiv este vorba de un mediu ordonat, putând fi exploatat în mod eficient. Un mediu în care trăieşti nu este haotic. Chiar dacă

la început ți se pare haotic, pe măsură ce te obişnuieşti cu el, acesta începe să capete ordine. O impresie asemănătoare ți-o poate crea şi un ecosistem natural, atunci când nu-l cunoşti, când pătrunzi în el pentru prima dată. Treptat haosul se organizează, ordinea prinde contur şi ai surpriza să descoperi că toate lucrurile sunt la locul lor, că în natură nu domneşte întâmplarea, ci ordinea.

Cu alte cuvinte mediul îmi aparține. Eu mă găsesc întotdeauna în mediul meu. Mai mult decât atât, ocup o poziție centrală. Restul se dispune în jurul meu. Eu şi mediul meu ne asemănăm cu schemele cosmosului. În cosmos, eu sunt în centru şi toate se învârt în jurul meu. Cosmosul are un centru şi un împrejur bine ordonat.[10]

Spațiul comunicării

Spațiul comunicării are o semnificație particulară. Comunicarea reprezintă un atribut al vitalului. Biosemiotica probează că o ființă vie nu poate exista dacă nu posedă capacitatea de a intra în dialog cu semenii săi şi cu mediul. Dialogul semiotic se poate realiza pe diferite căi (fizice, chimice etc.). O ființă situată la limita de jos a vieții trebuie să „guste" universul său, să tindă către hrană şi să se retragă din fața unor substanțe nocive.

La ființele superioare, alături de limbajul sonor, există şi unul al corpului. Limbajul articulat al omului deschide posibilități nelimitate de comunicare. Cu atât mai mult la oameni, alături de limbajul articulat, la realizarea actului comunicării participă şi limbajul corpului şi fluidul ochilor. Limbajul ochilor este nesfârşit mai subtil decât cel articulat şi decât mimica feței.

„Bătaia" în comunicarea umană depinde de bogăția bagajului de cuvinte, de frumusețea frazei şi, mai ales, de logica dialogului. Cuvântul este o unealtă ce deschide comunicarea umană dincolo de posibilitățile comunicării animale.

Folosirea limbajului articulat în comunicarea umană capătă valențe deosebite, în funcție de dicție şi de talentul oratoric. Comunicarea umană se face prin limbă. Limbile au, însă, o „bătaie" diferită în deschiderea spațiului

comunicării. Te poți descurca la modul ideal folosind limba maternă în spațiul ocupat de neamul tău. Ți se poate deschide spațiul comunicării aproape pe toate meridianele globului dacă ai norocul să ai o limbă maternă de largă circulație (engleza, spaniola, franceza), sau rămâi încorsetat în spațiul etniei tale atunci când foloseşti un dialect singularizat.

Spațiul comunicării se deschide nelimitat atunci când cunoşti mai multe limbi străine. Cu alte cuvinte, fiecare individ îşi construieşte mediul său spațial propriu. Se pare că spațiul comunicării este cel mai individualizat,

Comunicarea este o caracteristică a vitalului. Dialogul semiotic se dezvoltă până la rețele semiotice şi se desfăşoară la întregul biosferei, formând ceea ce numim **semiosferă**.

Capacitatea de comunicare îi deschide omului orizonturi nelimitate.

Până şi un surdo-mut poate comunica cu semenii săi şi cu lumea şi se poate înțelege perfect. Limbajul articulat permite comunicarea unor informații precise şi subtile, până la nuanțarea unor trăiri afective, care cu greu pot fi înțelese. Astfel de trăiri pot fi înțelese cu mult mai bine atunci când limbajul articulat este însoțit de limbajul ochilor şi al trupului.

„Bătaia" în comunicarea umană poate fi mai scurtă sau mai lungă, în funcție de o multitudine de factori, în primul rând de bogăția bagajului de cuvinte şi de folosirea lor logică şi expresivă. Urmează, apoi logica discursului şi estetica lui, dicția şi talentul oratoric. În comunicarea umană, „bătaia" depinde enorm de cunoaşterea unor limbi străine. Cu cât poți comunica în mai multe limbi, cu atât îți poți extinde mediul spațial, ajungând la acoperirea întregii planete.

Tehnica modernă a făcut posibilă ocuparea spațiului planetar în comunicarea umană. Radioul, televiziunea, telefoanele mobile au reuşit să pună la dispoziția oamenilor întregul Pământ.

Totuşi, folosirea spațiului comunicațional rămâne o caracteristică a fiecărui individ.

J.Y. Cousteau definea lumea apelor ca fiind „**lumea tăcerii**". De fapt o lume a tăcerii nu există. Peştii nu tac, ei fac un zgomot infernal în dialogul semiotic dintre ei, iar balenele transmit semnale sonore ce pot fi auzite la zeci de mile marine. Balenele nu numai că transmit sunete, dar şi cântă, dând adevărate concerte acvatice.

Tehnica a dezvoltat comunicarea umană până la limite nebănuite. În istoria omenirii, comunicarea la distanță a avut o evoluție spectaculoasă. De la comunicarea prin foc şi fum s-a ajuns la alfabetul Morse, iar de aici, prin satelit, s-au desființat distanțele, Terra devenind un sat mic, fiind descoperită până şi în cele mai criptice structuri ale sale.

Imagini televizate ne sunt prezentate din înaltul cosmosului, din adâncul pământului ca şi din măruntaiele organismului uman. Omul zilelor noastre nu se mai poate ascunde nici în labirint şi nici în buncăre atomice. În acelaşi timp, omul şi-a deschis mediul spațial la infinit. Desigur, de această deschidere beneficiază întreaga omenire. Ea a devenit însă operațională pentru miliarde de oameni.

„Bătaia" în comunicarea umană depinde însă de o multitudine de factori. Aminteam faptul că limbajul articulat deschide spațiul comunicării în funcție de bogăția bagajului de cuvinte, de logica şi de frumusețea frazei. Acestea sunt caracteristici ale fiecărui individ în parte. Există însă o multitudine de factori care influențează această deschidere.

În mediul social, apar o serie de inhibiții ce pot frâna o realizare normală a mediului propriu sau, dimpotrivă, pot apare elemente de sprijin care favorizează construcția unui astfel de mediu.

Spațiul intelectual

Spațiul intelectual îşi poate pune, de asemenea, amprenta în formarea mediului propriu. Opțiunea pentru un cadru didactic valoros, pentru o specializare care este mai atractivă sau mai convenabilă în formarea profesională, influențează formarea unui mediu favorabil. Diferența între indivizi poate fi dată de capacitățile intelectuale diferite, de fondul aperceptiv, de acumulările intelectuale realizate.

Baza materială a instituției de învățământ şi posibilitățile de informare prezintă o importanță majoră în formarea unui specialist. Opinia față de muncă şi climatul general în care se desfăşoară munca intelectuală influențează pe fiecare individ în parte, în funcție de felul său de a fi şi de scopurile propuse.

Alegerea cursurilor opționale necesare pentru adâncirea unei specializări poate fi făcută în funcție de capacitățile şi aptitudinile fiecărui student. Unii studenți îşi aleg cursurile opționale în funcție de exigența profesorului; îşi aleg profesorii care pun note mari, fără un travaliu intelectual pe măsură. Alții îşi aleg disciplinele de care au cu adevărat nevoie în pregătirea profesională. Sunt studenți care participă la viața culturală a oraşului respectiv, sau acționează activ în cadrul unui cenaclu ori al unui club, alții termină facultatea fără a merge măcar o dată la un concert simfonic, la teatru sau la operă.

Spațiul intelectual este o componentă a mediului, dar este folosit în funcție de „bătaia" fiecărui individ în această direcție. Participarea la anumite conferințe academice, citirea presei şi a unor reviste ştiințifice sau culturale, înrolarea în diferite asociații, ligi sau societăți, contribuie la lărgirea spațiului intelectual.

Spațiul cultural

Spațiul cultural poate deveni o componentă importantă a mediului propriu. Valorificarea valențelor culturale oferite de mediul social în care îți desfăşori activitatea contribuie la modelarea gândirii şi a comportamentului şi poate influența modul de viață pe parcursul întregii existențe.

Formarea unui stil de muncă ordonat, caracteristic unui intelectual de formație enciclopedică, a unui cercetător, sau al unui mare maestru în domeniul artei ori al sportului, îşi va pune amprenta asupra întregii existențe a individului. Formarea unui stil de muncă personal, canalizat pe o anumită direcție, depinde de profesiunea aleasă, de dorința de afirmare a fiecărui individ, dar şi de modelatori, de marii profesori pe care îi poți avea. Un spațiu intelectual

favorabil trebuie să fie însă exploatat la maximum de către cel care doreşte să aibă o „bătaie" lungă în domeniul respectiv.

Spațiul informațional

Spațiul informațional reprezintă o componentă majoră în crearea unui mediu propriu. Informațiile pot fi primite pe diferite canale. În lumea de azi există posibilități multiple, informația computerizată având o dezvoltare exponențială. Cartea rămâne însă o sursă esențială pentru a acumula informații, la fel şi presa scrisă. La un moment dat, însă, avalanşa de informații poate deveni obositoare. Trebuie să ştii să selectezi informațiile şi să le prelucrezi.

Pe de o parte, sunt informațiile care vin din mediul profesional, iar pe de altă parte, cele care vin din mediile cultural, ştiințific, sportiv, social etc. Nu trebuie să citeşti multe cărți pentru a deveni un bun profesionist, ci pe cele de bază. Nu poți citi toată literatura beletristică existentă la un moment dat, ci trebuie să-i citeşti pe marii autori. Nu trebuie să desființăm bibliotecile şi să punem accentul doar pe internet, pe informația computerizată. Mediul informațional a devenit atât de larg, încât nu pot fi două persoane care să-l folosească în acelaşi mod şi în aceeaşi măsură.

Fiecare individ îşi creează un mediu propriu în funcție de felul său de a fi, de structura sa psihologică. Integrarea în mediu depinde foarte mult de temperamentul fiecărei persoane. Într-un fel se poate integra în mediu un sanguinic şi în alt fel un melancolic. Integrarea depinde foarte mult şi de calitatea mediului social, de atmosfera care domneşte în colectivul de muncă. Crearea mediului propriu poate fi mult influențată de partenerii de lucru, de cei cu care se stabilesc relații afective directe. Inițierea unei idile cu o colegă sau cu o fată oarecare, poate influența în mod hotărâtor natura mediului propriu construit.

Mediul psihologic

Mediul psihologic poartă amprenta eului meu psihologic. Am fost aruncat în lume cu zestrea mea ereditară cu tot. Nu am venit în lume ca om, ci ca potențial om. Am oferit zestrea mea genetică semenilor mei (părinților, şcolii, bisericii) pentru a scoate din mine un om. Ei s-au străduit, însă eu am luat de la ei doar ceea ce am vrut şi am putut să iau. Uneori, nu am cerut mai mult de jenă, alteori nu am putut duce tot ceea ce mi s-a dat. Am intrat în dialog cu semenii mei atât cât m-am priceput, iar uneori, îmi dau seama că, deşi m-am priceput, ei nu au vrut să mă perceapă, n-au vrut sau n-au avut nici un interes. Am ascuns în mine respingerile, mi-am restrâns tentativele de evadare, mi-am construit un spațiu psihologic al meu, în funcție de felul meu de a fi, după cum m-am priceput, dar şi după cum am fost acceptat. Îmi dau seama de limitele mele şi de deschiderile pe care le-am realizat.

MEDIUL TEMPORAL

Mediul temporal. Oare chiar putem vorbi de un mediu temporal ? Orice ființă trăieşte în timp. Mediul temporal reprezintă epoca în care trăim.[11] Existența noastră, ca a oricărei alte specii, se desfăşoară în timp. Timpul s-a născut odată cu spațiul şi reprezintă succesiunea şi simultaneitatea unor evenimente din realitatea obiectivă.

Gândindu-ne la specia umană, trebuie să spunem că omul trăieşte în contemporaneitate. Prin contemporaneitate nu trebuie să înțelegem sincronicitate sau simultaneitate, deşi asemenea aspecte nu pot fi neglijate. Deşi eu sunt contemporan atât cu copiii nou-născuți cât şi cu nonagenarii, noi nu trăim în contemporaneitate.

A fi în contemporaneitate înseamnă a fi în miezul evenimentelor. Evenimentele se succed cu rapiditate, cu un progres evident. Tehnica şi ştiința progresează rapid. Cel mai perfecționat computer, cumpărat astăzi, va avea uzura morală peste un an, va fi depăşit calitativ. A fi în miezul evenimentelor înseamnă a participa la ele. Copiii nu

pot fi contemporani cu contemporaneitatea, deoarece ei nu pot intra în vâltoarea evenimentelor pentru că nu le înțeleg, nu sunt pe măsura lor. Nici bătrânii nu pot fi, deoarece ei îşi au propria contemporaneitate, cea din timpul tinereții sau maturității lor. Ei îşi păstrează această contemporaneitate până la moarte. Artiştii din vremea lor, muzica, mâncărurile, stilul de viață, moda etc. reprezintă pentru ei modele ce ar trebui continuate. Expresia: „*Ehei, pe vremea mea!*" constituie un permanent motiv de discuție şi de conflicte între generații. Bătrânețea reprezintă o rămânere în urmă. Pe bună dreptate, **Al. Dragomir** consideră: „*contemporanii nu sunt oamenii care au trăit în aceeaşi vreme, ci aceia care au împărtăşit un anumit mediu temporal: o istorie, moravuri, mijloace tehnice, modă, prejudecăți culturale. Iar toate acestea s-au înscris în inima lor, au fost co-trăite. Tot ce s-a schimbat, s-a schimbat pentru ei în rău şi ei au rămas străini în raport cu evoluția mediului temporal*".[12]

Dacă ar fi să aplicăm acest mod de a gândi la animalele cu metamorfoză, atunci am putea spune că diferitele stadii ontogenetice ale unei specii, deşi sunt sincronizate în timp, nu pot fi în contemporaneitate. Ca urmare a eşalonării depunerii pontelor, putem întâlni, într-o anumită perioadă, toate stadiile de dezvoltare a unei specii. Astfel, la specia *Epicauta vittata* putem întâlni, în acelaşi timp, larvele triunghiuline, larvele coarctate şi pe cele melolontoide. Deşi sunt contemporane, aceste larve trăiesc în medii deosebite şi au cerințe de viață total diferite. Dacă am apela la jocul imaginației şi am presupune că aceste larve s-ar întâlni şi ar comenta existența sau plăcerea vieții lor, cu siguranță că nu s-ar înțelege şi ar intra în conflict. Am asista la ceea ce numim conflict între generații.

Revenind la ideile noastre, trebuie să înțelegem că toți cei ce trăiesc din plin contemporaneitatea au tendința de a confisca timpul.[13]

Timpul reprezintă o componentă a mediului, un factor destul de important. Desfăşurarea vieții în timp

presupune transformări radicale, fie că o privim în perspectivă filogenetică sau ontogenetică.

Viața ca fenomen este aceeaşi ca esență, însă ca manifestare concretă în specii poate fi esențial diferită în desfăşurarea timpului geologic. Este suficient să facem o analiză comparativă a florei şi a faunei în Paleozoic, Mezozoic sau Cuaternar, pentru a ne da seama de dimensiunile temporale ale vieții. În aceeaşi măsură, putem înțelege desfăşurarea temporală a vieții în ontogeneza unei specii.

Timpul este un factor important al mediului, la fel de important ca apa şi oxigenul pentru o ființă aerobă. Când vorbim de un organism, de o populație sau de o biocenoză, se impune încadrarea lor în timp. Diferența dintre aspectul hiemal şi cel estival al unui ecosistem este atât de mare încât, fără încadrarea în timp, nici o comparație nu ar fi posibilă.

Viața se desfăşoară în timp, iar timpul trăirii se numeşte **longevitate**. Indivizii sunt purtătorii vieții ca fenomen cosmic, iar misiunea lor principală este de a transmite generațiilor următoare germenii vieții. Există ființe ce par a trăi doar pentru a se înmulți, existența lor fiind atât de scurtă încât par să nu mai realizeze şi altceva. Ce anume ar mai putea realiza ? Poate răgazul de a se bucura de viață. Cum ar trebui să se desfăşoare existența unei ființe pentru a-şi îndeplini funcția biologică ? O ființă vie trebuie să se nască, să crească, să se dezvolte şi să dea naştere la urmaşi, după care ar putea doar să-i îngrijească pe aceştia şi să se bucure de viață, înainte de a părăsi lumea. Se pare că ultimele două sarcini nu sunt obligatorii.

Timpul trăirii este timpul biologic. Am putea găsi o unitate de măsură a acestuia ? Nu este vorba de a realiza o estimare a scurgerii fizice a timpului, adică a longevității, aceasta ar putea dura între câteva minute şi 150-200 de ani la animale, şi 2000-5000 de ani la unele plante.

Ce poate realiza o ființă vie în câteva minute? Realizează ceea ce este obligatoriu să realizeze o ființă dacă nu cumva moare înainte de vreme: se naşte, creşte,

se dezvoltă, dă naştere la urmaşi şi moare, parcurgând deci un **ciclu biologic complet**.

Iată, deci, care este unitatea de măsură a timpului biologic – **ciclul biologic** sau **ciclul ontogenetic**. Bacteria cu cea mai mică longevitate pare a fi *Bacillus megaterium*. Pe parcursul a 9 minute, bacteria îşi îndeplineşte funcţia biologică, aceea de întreţinere şi de transmitere mai departe a vieţii. Dacă la fiinţele inferioare longevitatea este extrem de mică, cu cât urcăm spre ramurile superioare ale unui arbore filogenetic, cu atât longevitatea devine mai mare. Putem acum vorbi de o copilărie prelungită, de maturitate sexuală şi de supravieţuire după reproducere, până la senescenţă.

La specia de efemeride *Palingenia horaria,* larva trăieşte 3-4 ani, după care se transformă în nimfă şi apoi apare adultul. Adulţii nu se hrănesc, nu zboară din floare în floare, ci doar se înalţă în slava cerului, se împerechează şi apoi îşi încetează existenţa: masculul moare imediat după împerechere, iar femela după ce depune ponta. De altfel, cam aceasta este regula. După realizarea funcţiei de reproducere, deci după îndeplinirea funcţiei biologice, urmează moartea. Toate plantele anuale mor după fructificare şi formarea seminţelor. La fel se întâmplă şi cu multe animale. Nu acelaşi lucru întâlnim la plantele perene şi la animalele cu longevitate crescută.

Se afirmă de către unii biologi că vertebratele superioare ar avea o existenţă oarecum apropiată în timp. Ne referim la timpul biologic. Dacă acest timp ar avea ca unitate de măsură o contracţie cardiacă (ciclul cardiac), atunci s-ar părea că unele animale ar putea avea cam acelaşi număr de cicluri cardiace în existenţa lor. Să presupunem că în existenţa lor, un şoarece şi o balenă ar avea cam acelaşi număr de cicluri cardiace. Şoarecele începe să-şi desfăşoare activitatea cardiacă într-un ritm ameţitor, inima ajungând să bată de 400-500 ori pe minut, iar în perioadele de stres până la 700 de contracţii, în timp ce balena realizează doar un ciclu cardiac pe minut, iar atunci când se afundă în abisuri realizează o contracţie în 3-4 minute. Şoarecele îşi consumă ca un nesăbuit ciclurile

cardiace avute la dispoziție, trăind viața cu o viteză amețitoare, în timp ce balena ajunge la o longevitate de 60-70 ani, sau chiar mai mult.

În fond, ce reuşesc să realizeze indivizii celor două specii în viața lor ? Şoarecele s-a născut, a crescut, a ajuns la maturitate sexuală şi a dat naştere la 2-3 generații de şoricei, cu câte 4-5 indivizi în fiecare generație, apoi a îmbătrânit şi a murit de moarte naturală. Balena a realizat cam acelaşi lucru: s-a născut, a crescut, s-a maturizat, a dat naştere unei generații de pui, mai rar două, cu câte un pui pe generație, a îmbătrânit şi a murit pe cale naturală. Comparând cele două animale, se pare că şoarecele a realizat mai mult. A avut o longevitate considerabil mai mică decât balena, însă şi-a trăit viața din plin, într-un ritm alert.

Şi la om apar momente în care inima o ia razna, funcționând în ritm accelerat, de parcă timpul s-ar prăvăli peste noi. În cazul unor şocuri psihice puternice, îmbătrânirea se instalează rapid, părul se albeşte, iar intensitatea trăirii este maximă. Deşi timpul fizic se scurge normal, în astfel de situații timpul trăirii biologice este foarte mare.

În ceea ce priveşte timpul biologic, mai există şi o altă problemă: durata ciclului de viață poate varia foarte mult în funcție de anumiți factori ai mediului.

Ciclul biologic şi longevitatea speciei *Laspeyresia pomonella* variază în funcție de temperatură. Dezvoltarea embrionară are loc în 22 de zile, la o temperatură de 18^{o}C, şi numai în 4 zile la 32^{o}C. Cum este posibil ca o structură destul de complexă ca a unei larve de lepidoptere să se realizeze numai în 4 zile ? Care embrion trăieşte mai mult ? Contează timpul fizic sau timpul biologic ? Timpul biologic este cel necesar edificării structurii larvei. După cum observă Richard Dawkins, la o specie de insectă care face galerii în lemn, stadiul larvar durează în mod normal 30 de zile. În situația în care larva trăieşte în asociație cu o bacterie, stadiul larvar se prelungeşte până la doi ani. Are loc aşadar o dilatare a timpului biologic.

Timpul biologic nu este echivalent cu timpul fizic, o dată ce poate avea loc dilatarea sau comprimarea timpului biologic, fără a afecta edificarea normală a corpului. În situația în care, pe parcursul ciclului biologic, intervin condiții de mediu deosebit de nefavorabile, unele specii pot intra în anabioză, depăşind momentele critice pentru o perioadă nedefinită de timp şi reluându-şi ciclul în momentul instalării condițiilor prielnice. Multe specii de nevertebrate (crustacee, rotifere) care trăiesc în bălți temporare, se afundă în mâl şi trec în anabioză atunci când bălțile seacă; îşi revin şi îşi reiau ciclul atunci când se acumulează din nou suficientă apă.

Mediul temporal are o semnificație deosebită în ceea ce priveşte sincronizarea ciclurilor biologice ale unor specii. Structurarea şi funcționarea lanțurilor trofice în biocenoze depind foarte mult de sincronizarea ciclurilor biologice ale speciilor.

Dintre cinipide, specia *Andricus grossulariae* produce gale pe amenții de *Quercus robur, Q. pubescens* etc. Galele sunt complet dezvoltate în mai-iunie, iar insectele apar în iunie-iulie. Iernează în litieră sau sub scoarța copacilor, iar în primăvara următoare îşi încep activitatea, în perioada înfloririi speciilor de *Quercus*. Atacul amenților nu poate fi evitat. La specia *Andricus mayri*, generația sexuată, galele se formează tot pe amenții speciilor de *Quercus* şi adulții eclozează primăvara. Eclozarea se sincronizează cu înflorirea plantelor gazdă. În situația în care condițiile termice nu permit o sincronizare a eclozării femelelor cu perioada de înflorire a speciilor de *Quercus*, atunci eclozarea se face în primăvara anului următor. Această situație pare incredibilă şi, totuşi, ea este reală. În situația în care femelele ar ecloza după înflorirea stejarilor, ar însemna că nu mai pot depune pontele. Larvele de *Andricus* sunt parazitate de unele specii de insecte care acționează ca parazitoizi primari (*Torymus auratus, Mesopolobus fasciiventris)*. Pentru ca să-şi depună pontele, parazitoizii primari trebuie să-şi sincronizeze ciclul biologic cu al insectei galigene. La rândul lor, parazitoizii primari pot deveni ținta atacului unor parazitoizi secundari.

Reuşita atacului nu poate avea loc fără sincronizarea ciclurilor biologice. Timpul apare astfel ca un important factor al mediului. Ciclurile biologice ale unor specii, care stabilesc relații trofice între ele, par a fi asemenea orbitelor unor planete dintr-un sistem solar, iar sincronizarea ciclurilor biologice ar putea fi asemuită cu alinierea planetelor.

Stadiile din dezvoltarea ontogenetică se desfăşoară în timp, iar semnificația lor este foarte diferită. Prezentam situația speciei *Palingenia horaria*. Cine are rolul major în existența acestei specii, larva sau adultul? Larva ocupă peste 99% din timpul biologic, însă adultul realizează funcția biologică esențială – reproducerea. La insectele cu metamorfoză heterometabolă, diferențierea între stadiile ciclului biologic este netă, tranşantă. Ce putem însă înțelege din ciclul biologic al speciei *Fasciola hepatica* ? În ciclul biologic al acestei specii se trece prin stadiile de miracidium, sporocist, redii, cercari şi metacercari. Nu contează faptul că sunt mai multe stadii, deoarece la alte specii întâlnim încă şi mai multe. Important este că unele din aceste stadii realizează adevărate procese de reproducere. Astfel, sporocistul dă naştere la mai multe redii, iar rediile dau naştere la cercari. Ce sunt acestea, stadii sau animale diferite ? Întrebarea este retorică. Evident, sunt stadii din ciclul biologic al speciei *Fascicola hepatica*, însă fiecare îşi are timpul său biologic, cu o semnificație majoră în realizarea ciclului biologic integral al speciei.

Stadiile unui ciclu biologic se desfăşoară în mod algoritmic. Fiecare stadiu îşi are timpul său. Fiecare stadiu are anumite porțiuni de viață, în funcție de care se realizează întregul (ciclul biologic).

Timpul filogenetic îşi pune amprenta asupra vieții, acționând ca un factor al mediului. În evoluția vieții, grupele de organisme s-au desprins asemenea ramurilor unui arbore. Aşa se explică faptul că ramurile bazale ale unui arbore filogenetic sunt ocupate de grupe primitive, în timp ce ramurile din vârf reprezintă grupele evoluate.

Bacteriile (*Archaebacteria* şi *Eubacteria)* formează primele două ramuri ale arborelui filogenetic al vieții. Ele au

rămas la nivelul procariot al structurii celulare. Ramurile superioare aparțin eucariotelor. În vârful arborelui filogenetic se găsesc mamiferele, cu ramul evolutiv al Hominidelor. Indiferent de nivelul de evoluție, toate grupele de organisme populează mediile planetei Terra. În apa oceanelor întâlnim organisme care se mențin la structura primelor ființe apărute pe Terra. Este vorba de unele specii de *Archaeota*, care trăiesc în jurul hornurilor fierbinți abisale sau chiar în craterele vulcanice încă active. Ele vin de la începutul vieții aproape nemodificate. În acelaşi mediu mai putem întâlni, în straturile superioare, cetaceele şi reprezentanți din aproape toate grupele de animale. Mamiferele au apărut în urmă cu 65 milioane de ani. Sunt cele mai evoluate dintre animale, mai bine spus dintre toate ființele vii. Sunt ele mai adaptate mediului lor de viață ? Am greşi dacă am afirma aşa ceva. Toate organismele sunt mai mult sau mai puțin adaptate la mediu. Procariotele vin de la începutul timpului biologic, fiind perfect adaptate. Ele nu au evoluat decât în cadrul grupului lor, însă au dăinuit în timp. Reptilele au fost deosebit de evoluate în raport cu procariotele, însă nu s-au putut adapta pe deplin şi cele mai multe au dispărut la sfârşitul Mezozoicului. Ce a adus trecerea timpului ? A adus creşterea pretențiilor de viață, a permis schimbarea raportului cu mediul. Prin om, natura a ajuns să-şi cunoască propria interioritate. Omul a ajuns să transforme natura în interes propriu. Ceea ce este important şi trebuie văzut cu ochiul rațiunii este că, indiferent de apariția lor în timp, speciile intră în interrelații şi construiesc întregul – biosfera (natura vie).

Şi mai interesant este faptul că timpul şi-a pus amprenta chiar asupra structurii corpului nostru. Corpul nostru este format dintr-un amalgam de organe cu vechimi diferite. După **Le Roy**: „*corpul uman este rezultatul îndelung al unei istorii ale cărei urme rămân vizibile în el. Omul este un edificiu, o arhitectură în care diferitele părți trădează stiluri din epoci diferite: membrul cu cinci degete datează din devonian, tipul triunghiular al dinților din Cretacic, a patra tuberculă accesorie a molarilor superiori a fost introdusă la începuturile eocenului; talia înaltă a fost atinsă în miocen,*

barba abia la finele cuaternarului. Aşadar, omul este un muzeu de relicve: are o structură stratigrafică".[14]

Iată un paradox: mâna noastră nu are nici un os în plus sau în minus față de membrul anterior al urodelelor, în schimb avem cea mai nouă formațiune din istoria vieții – lobii prefrontali ai emisferelor cerebrale.

Încă odată, timpul ne apare ca un factor important al evoluției.

Dacă acceptăm că în filogeneză se realizează un progres morfofiziologic evident, atunci de ce sunt folosite structuri primitive în edificarea unor organisme superioare ? Întrebarea nu este corect pusă. Nu există structuri primitive sau structuri depăşite (rebuturi ale evoluției). Fiecare structură nou apărută a reprezentat un progres notabil în momentul apariției. Aşa-numitele pattern-uri biologice reprezintă „inovații ale evoluției", folosite în toate structurile în care îşi pot avea locul. Aşa cum biosfera este formată dintr-un mozaic de specii apărute în timpuri geologice diferite, tot aşa şi organismele animalelor superioare sunt edificate pe baza unor structuri organice apărute în timpuri geologice diferite.

Timpul este prezent în toate structurile biologice şi la toate nivelurile de organizare (individ, populație, biocenoză, biosferă). Timpul este un factor foarte important al mediului.

Migrațiile au un rol foarte important atât pentru speciile migratoare cât şi pentru ecosistemele pe care le populează. Ele se desfăşoară periodic, sub imperiul timpului.

Fie că este vorba de *Anguilla anguilla* (peşte), de diferite specii de păsări, de insecte sau de crustacei, migrațiile se realizează pe trasee bine stabilite şi constante. *Anguilla anguilla* se reproduce în Marea de Sargasum, larvele încep migrația care se desfăşoară pe mii de mile marine, trecând prin stadii succesive şi ajung în final în apele continentale. De aici, femelele şi masculii se întorc şi realizează reproducerea în Marea de Sargasum.

Bancurile de *Anguilla* care se formează în timpul migrației trec prin diferite ecosisteme. Pentru o scurtă

perioadă, specia face parte din aceste ecosisteme, hrănindu-se cu diferite specii şi servind ca hrană altora.

Păsările îşi încep migrația în aceeaşi perioadă a anului. Semnalul declanşării migrației îl dă scurgerea timpăului. Este vorba de lungimea zilei, o constantă de la un an la altul. Berzele nu pleacă în funcție de temperatură, ci de scurgerea timpului. Se întâmplă adesea ca berzele care se întorc din țările calde să fie surprinse de zăpezi şi chiar de înghețuri. Ele au venit mânate de scurgerea timpului.

Migrația nictemerală a zooplanctonului este controlată tot de scurgerea timpului. În timpul nopții, acesta se ridică la suprafață pentru a-şi căuta hrana, iar în timpul zilei se afundă, căutând loc pentru protecție.

Reproducerea este de asemenea, un proces biologic aflat, sub controlul timpului. Maturitatea sexuală se realizează în timp. Perioada rutului reprezintă o constantă pentru multe specii. Timpul biologic al multor specii este corelat cu timpul biologic şi fiziologic al altor specii. Speciile de plante efemere, care-şi scot capul de sub zăpadă (ghiocei, toporaşi, viorele) încep un nou ciclu de viață înainte ca arborii pădurii să înfrunzească şi să le acopere soarele. La unele plante, reproducerea pare a fi asigurată împotriva scurgerii timpului. Astfel, mugurii dorminzi ai arborilor seculari aşteaptă momentul în care să scoată planta dintr-o criză care ar putea apărea (doborârea de vânt sau distrugerea trunchiului din varii cauze).

În anumite situații, separarea timpului de spațiu pare aproape imposibilă. Vom relua acest aspect. Timpul poate fi însă asociat şi cu alți factori ai mediului. În zonele temperate, cu patru anotimpuri, iarna se asociază cu temperaturi mici şi cu aspectul hiemal al ecosistemelor, iar vara cu temperaturi ridicate şi cu aspectul estival.

Pe timpul iernii, procesele biologice se desfăşoară în condiții cu totul speciale, caracteristice fenomenului de iernare sau de hibernare.

Scurgerea timpului determină succesiunea aspectelor sezoniere a ecosistemelor. Pot apărea unele oscilații în limite mai mici sau mai mari. Poate fi vorba de o toamnă mai caldă decât în mod normal, sau de instalarea

iernii începând din luna octombrie. Totuşi, la cele mai multe specii, pregătirea pentru iernare se realizează nu atât în funcție de temperatură, cât de derularea timpului. E drept că unele insecte ies din locul de iernare în zilele mai călduroase, însă cele mai multe specii se instalează în locurile de iernare chiar în perioadele mai calde ale toamnei, sau ocupă aceste adăposturi încă de la sfârşitul verii.

Factorul timp se corelează perfect şi cu fenomenul de ciclomorfoză. Este cunoscut faptul că în timpul verii multe specii zooplanctonice îşi menţin capacitatea de flotabilitate prin creşterea unor apendici sau extremități ale corpului, în timp ce iarna aceste formațiuni sunt mult reduse. La *Daphnia galeata,* capsula cefalică şi apendicele caudal se alungesc mult în timpul verii. Nu există cazuri în care fenomenul de ciclomorfoză să nu se manifeste.

Nu dorim să dăm noțiunii de timp înțelesul de vreme (din sfera meteorologiei). Totuşi, scurgerea implacabilă a timpului determină succesiunea stărilor în ecosisteme, desfăşurarea ciclurilor biologice, perioada de reproducere, declanşarea migrațiilor, pregătirea pentru iernare etc.

Timpul ca factor ecologic îşi pune puternic amprenta şi asupra ecosistemelor. Nu este vorba doar de succesiunea aspectelor sezoniere, ci şi de evoluția ecosistemelor. Fiecare ecosistem are o naştere, o perioadă de dezvoltare, ajunge apoi la maturitate (climax), după care intră apoi în declin.

Ce este timpul? Iată o întrebare la care nu se poate da un răspuns exact. Ce semnificație are timpul ca factor de mediu ?

În sistemul nostru solar, timpul se măsoară în funcție de mişcarea planetelor în jurul soarelui. Anul terestru este considerabil diferit de anul marțian, de cel venusian sau saturnian. O rotație completă pe orbită reprezintă un an pentru planeta respectivă. Oare, în ceea ce priveşte „trăirea" reală a acestor planete anii sunt echivalenți ? Dacă o ființă trăieşte un an pe Terra ar putea trăi un an saturnian pe Saturn ? Procesele biologice s-ar desfăşura în

alt ritm? Dacă intrăm în jocul imaginației şi ne închipuim că unul dintre noi ar urca acum într-o navă cosmică, cu intenția de a rezolva o problemă care ne preocupă pe toți într-o discuție şi am amâna discuția cu 24 ore, timpul necesar colegului pentru a călători cu nava cosmică pentru culegerea de informații, ce se va întâmpla după scurgerea acestui timp dacă partenerul nostru vine exact după 24 ore, după o călătorie cu viteza luminii ? Noi am aştepta în zadar sosirea colegului la întâlnire, am trece dincolo de viață, iar el ar constata la revenire că, pe Pământ, au trecut sute de ani. Ce s-a întâmplat ? Care este timpul real al trăirii ? Ar fi interesant ca, după 24 ore, colegul nostru să apară cu sufletul la gură şi să ne povestească ce a văzut, iar noi să-l aşteptăm şi să-l ascultăm curioşi, chiar dacă au trecut peste 300 de ani. Aşa ceva nu se poate întâmpla, deoarece timpul trece în ritmuri diferite, se desfăşoară pe sisteme diferite. Ne-ar plăcea să trăim aceeaşi vârstă, însă pe Saturn, în ani saturnieni. Ar fi timpul trăirii cu adevărat mai lung, în ani saturnieni? Ar fi timpul trăirii cu adevărat mai lung, sau doar s-ar consuma în mod diferit, ca la şoarece şi balenă ?

Totuşi, noi simțim că timpul trăirii se derulează diferit pe una şi aceeaşi planetă, pe Terra.

Timpul necesar pentru dezvoltarea embrionară a unei omizi poate fi cuprins, în funcție de temperatură între 4 şi 22 de zile. Este timpul necesar edificării unei structuri biologice. Dar această structură vie chiar trăieşte în acel timp. Cine trăieşte mai mult? Întrebarea ni se pare naivă. Există în această situație vreo diferență în ceea ce priveşte timpul trăirii? Ar trebui să nu fie, dar noi nu ştim. Când se formează oul de găină, imediat după fecundație începe diviziunea embrionară şi formarea embrionului sub formă de „bănuț". Embriogeneza se întrerupe şi poate fi reluată numai dacă oul este pus la clocit, sub cloşcă, sau într-un clocitor. Clocirea durează 21 de zile, după care puiul eclozează. La cele 21 de zile de clocire ar trebui să adăugăm şi timpul scurs până la punerea oului la clocit. Acest timp este foarte variat. Care este timpul real al trăirii embrionului ?

Primăvara în mod eşalonat, are loc înflorirea, unor plante. Eşalonarea înfloririi se realizează în funcție de temperatură. Cei care urmăresc fenologia înfloririi plantelor ar putea realiza un fel de calendar al acesteia. Se întâmplă însă ca, în unii ani, primăvara să fie răcoroasă şi înflorirea multor specii de plante să întârzie. Dacă timpul se încălzeşte brusc, cu temperaturi peste normal, putem constata că plantele încep să înflorească aproape toate o dată, nu se mai păstrează eşalonarea constatată decenii de-a rândul. Ce s-a întâmplat cu timpul înfloririi? În ultimii ani, astfel de situații au fost înregistrate destul de des. Există pericolul să se treacă de la patru anotimpuri la două, în zona noastră ? S-ar părea că nu, dar nici nu ar fi imposibil. De aceea trebuie să luăm în considerație toți factorii unui mediu.

EDIFICAREA MEDIULUI INDIVIDUAL

Ne vom exprima la persoana întâia singular pentru a nuanța unele aspecte.

Eu îmi construiesc mediul meu spațial şi mediul meu temporal. Mi-am format un anumit stil de viață, un anumit orar zilnic, dar nu acest lucru este important. Important este ritmul în care lucrez, intensitatea cu care îmi trăiesc viața. Este felul meu de a trăi şi de a acționa. Chiar ritmul gândirii îmi aparține. Pot mări şi grăbi pasul atunci când este nevoie, însă mi-am format ritmul meu de mers. Trăiesc în mediul meu temporal, în ritmul meu, chiar dacă sunt integrat într-un mediu mai larg, chiar dacă respect un program instituțional. Chiar şi ritmul prelegerilor pe care le țin îmi aparține.

De fapt, fiecare îşi construieşte mediul său propriu, luând din mediul general ceea ce poate şi ceea ce doreşte.

Analizând mediul în ansamblul său, ne dăm seama că fiecare factor are o închidere şi o deschidere. Îmi dau seama că eu am nesfârşite limite în mediu. Oricât de lungă ar fi existența mea, nu voi reuşi să realizez deschideri nelimitate în toate direcțiile mediului spațial. Mediul spațial,

asemenea celui temporal, nu prezintă doar caracteristici fizice. Mai mult decât atât, aceste caracteristici se estompează atunci când sunt apropiate cunoaşterii. Eu, ca persoană, nu voi reuşi să realizez, în existența mea, alungirea „bătăii" mele în mediul spațial prin depăşirea recordului la viteză sub zece secunde la suta de metri, nu voi doborî recordul la săritura în înălțime dincolo de 250 cm, nici la săritura în lungime dincolo de 8 m, nu voi reuşi să circul pe mapamond pe toate meridianele lumii, nici să vorbesc toate limbile pământului. Chiar dacă aş reuşi toate acestea, voi avea nesfârşite limite în alte direcții ale mediului meu spațial.

Îmi construiesc mediul meu spațial propriu, asemănător unei roze a vânturilor, care îşi extinde mai mult sau mai puțin spațiul pe diferite direcții.

Trăiesc într-o lume care este a mea, pe care mi-o construiesc eu, iar mediul meu şi amprentele mele digitale şi palmare sunt unice în lume.

Construirea mediului propriu reprezintă o strategie evolutivă. În lumea apelor trăiesc aproape toate grupele de organisme. Adaptările variază de la o grupă la alta. Toate spațiile sunt ocupate într-o concurență acerbă. Totuşi, fiecare specie îşi creează mediul său. Furia apelor de munte le face pe larvele de trichoptere să-şi construiască adăposturi din pietre, pe care le fixează prin fibre de mătase pe suprafața pietrelor spălate de apă. Păianjenul *Argironeuta acvatica* îşi țese un clopot de pânză în afundul apei şi îl umple cu aer, după care se aşează la pândă pentru a-şi prinde prada. Castorul este un inginer iscusit al apelor, care îşi construieşte diguri invidiate chiar de om.

Fiecare specie îşi construieşte mediul său. Atenție însă!... În mediul natural, fiecare îşi construieşte un mediu propriu.

Acest mod de a gândi reprezintă ceva nou. Este o gândire care permite pătrunderea în tainele şi dimensiunile vitalului.

DIMENSIUNILE MEDIULUI INTERN

Ne-am obişnuit să folosim noțiunea de mediu înconjurător fără însă a fi înțeles pe deplin sfera de cuprindere a acestuia. Biosemiotica reuşeşte să nuanțeze unele aspecte legate de mediul înconjurător în care ne desfăşurăm existența. **Jakob von Uexküll** (1936) introduce în semiotică conceptul de **Umwelt**, prin care înțelegem mediul înconjurător, reconstituit selectiv în conformitate cu nevoile şi interesele specifice ale organismului individual.[15]

Încă se mai crede că, trăind în acelaşi mediu, toate organismele se bucură de aceleaşi condiții şi că folosesc în aceeaşi măsură factorii de mediu. După cum am constatat, nici măcar indivizii aceleiaşi specii nu folosesc în aceeaşi măsură factorii mediului. Deşi trăiesc în acelaşi mediu, indivizii unei specii îşi realizează, prin selecție, un mediu propriu, un mediu personal, în funcție de interesele şi nevoile proprii. Acest mediu personal este ceea ce numim Umwelt. Cu alte cuvinte, mediul înconjurător reprezintă întregul în care fiecare individ (sau fiecare specie) îşi construieşte un mediu al său, un Umwelt propriu.

Încă şi mai important este faptul că unui Umwelt îi corespunde un Innenwelt. Ce reprezintă Innenwelt-ul? Acesta este un mediu intern, realizat tot selectiv, în funcție de interesul şi de nevoile individului. Pentru noi, noțiunea de mediu intern este restrânsă doar la caracteristicile fizice, biochimice şi fiziologice ale lichidelor care scaldă celulele corpului (sânge, limfă, lichidul interstițial şi alte lichide necirculante). Trebuie să ne ridicăm cu înțelegerea şi să introducem în noțiunea de mediu intern, în acest Innenwelt, toate acumulările fiecărui individ, în funcție de specie. Această noțiune devine cu atât mai cuprinzătoare cu cât ne referim la animalele superioare şi la om.

Innenwelt-ul îi permite individului să-şi găsească drumul în mediul înconjurător şi să se insereze într-o relație de comunicare, interes şi viețuire pe care o are în comun, în primul rând, cu mai mulți indivizi de acelaşi fel (ai aceleiaşi specii).[16]

Am analizat până acum o serie de aspecte privind mediul spațial şi mediul temporal constatăm că fiecare individ are o anumită „bătaie" în valorificarea unor factori ai mediului. Am dedus că fiecare individ îşi construieşte mediul său propriu în interiorul mediului înconjurător mult mai larg. Acestei înțelegeri îi aducem unele completări. Mediul propriu este construit în mod selectiv în funcție de nevoile şi interesele specifice ale organismului, însă nu în mod întâmplător, ci în aşa fel încât să se armonizeze cu nevoile şi interesele mediului intern, cu bogăția acestuia şi cu valențele sale.

Să ne gândim, de exemplu, la ceea ce numeam mediul cultural sau mediul intelectual. Acumulările noi ale fiecărui individ depind foarte mult de ceea ce a fixat până în momentul respectiv mai mult decât atât, noile acumulări depind de modul în care informațiile sunt structurate în memorie şi sunt folosite în conexiune cu acestea. Cu alte cuvinte, mediul intern capătă dimensiuni noi. Nu este vorba doar de homeostazia mediului intern. Mediul intern se îmbogățeşte în funcție de acumulările bazate pe experiență. Trăirile noastre afective în fața unei opere de artă au o amplitudine mai mare sau mai mică în funcție de gradul nostru de înțelegere, iar înțelegerea se bazează pe ceea ce numim cultură generală. Ne formăm un mediu intern în mod diferit. Acumulările noastre intelectuale fac parte din noi, întregesc construcția interioară, în funcție de care se realizează contactul cu mediul exterior. Altfel spus, în anumite etape, Umwelt-ul se realizează în funcție de Innenwelt. Transformarea mediului extern în mediu intern este creația fiecărui individ.

Deşi pare forțată, această expresie are o largă utilizare. Nu este vorba de o transformare, ci de o interacțiune între Umwelt şi Innenwelt. Acea „bătaie" de care aminteam anterior depinde foarte mult de Innenwelt, însă în funcție de ea se realizează pe deplin Umwelt-ul.

După cum precizează **John Deely**, Umwelt-ul şi mediul fizic înconjurător nu sunt, totuşi, coextensive. Umwelt-ul reprezintă o creație a fiecărui individ.[17]

Noțiunea de Umwelt folosită în biosemiotică, ca exprimând o **lume model** din punctul de vedere al posibilității, este una dintre infinitele varietăți de alternative posibile, conform cărora elementele fizice ale mediului pot fi aranjate şi încorporate într-o suprastructură arhitecturală de experiențe posibile, mai ales în ceea ce priveşte anumite forme biologice. Dar, din punctul de vedere al locuitorilor săi, Umwelt-ul este lumea actuală a experienței şi a realității de fiecare zi.[18]

Umwelt-ul ne apare ca o lume a experienței prin care se extrag din mediul extern elementele necesare, conform necesităților intrinseci ale propriei sale ființe.

O caracteristică mai ales umană este aceea că "*Umwelt-ul perceptual în sine, în conformitate cu constrângerile specifice ale unei moşteniri biologice este modificat şi restructurat din interior, datorită unor relații obiective ulterioare care, în ceea ce priveşte, nu sunt direct constrânse de moştenirea biologică*".[19]

Ne dăm seama că Umwelt-ul uman se construieşte în strânsă conexiune cu Innwelt-ul. Ceea ce numim noi mediu de viață înseamnă interacțiune, înseamnă creație, fiind istoria existenței individului şi a speciei.

Principiul ecologic – **totul se leagă de totul** – este şi aici perfect aplicabil. Convenționalizarea relațiilor obiective face din contextul Umwelt-urilor şi din relațiile fizice textura unică a experienței umane.

NOTE

1. Environment – The aggregate off all conditions affecting the existence, growth, and welfare of an organism or groups of organisms; soroundings or external circumstances. The new International Webster's Student Dictionary of the English language. The Ne Internatioal Webster's Student Dictionary of the English language.
2. Emil Racoviță, 1929 – Evoluția şi problemele ei, Astra, Cluj-Napoca.
3. Michel Prieur, Droit de l'environment, Dalloz, Paris, 1991, p.2, citat de Daniela Marinescu, în Dreptul mediului înconjurător, Casa de editură şi presă „Şansa", S.R.L., Bucureşti, p. 9.
4. Alexandru Dragomir, 2004, Crase banalități metafizice, Edit. Humanitas, Bucureşti, p.66.
5. Ibidem.
6. Ibidem, p. 64.
7. Idem, p. 65.
8. Ibidem.
9. Idem, p. 68.
10. Idem, p.70.
11. Idem, p. 71
12. Idem, p. 73.
13. Idem, p. 75.
14. Le Roy, Les origins humaines, citat de Florian Mircea, 1987 – Recesivitatea ca structură a lumii, Ed. Eminescu, vol. II, Bucureşti.
15. Deely John, 1990 – Bazele semioticii, Ed. All, p. 47
16. Ibidem, p. 48
17. Ibidem, p. 48
18. Ibidem, p. 47
19. Ibidem, p. 32

V. ALTE TIPURI DE STRATEGII EVOLUTIVE

AGRESIUNEA ŞI ALTRUISMUL CA STRATEGII EVOLUTIVE

După cum consideră **Ed.O. Wilson** (2003), agresiunea: „*înseamnă o diminuare a drepturilor altuia, forțarea lui de a renunța la ceva ce are sau ce ar putea obține, fie printr-o acțiune fizică, fie prin amenințarea cu acea acțiune*".[1]

O astfel de definiție este aplicabilă atât omului cât şi animalelor. Ce semnificație biologică are agresiunea? Ea are o semnificație reală atunci când, pe termen lung, o pierdere pentru victimă poate reduce adaptarea genetică.

J.P. Scott şi **E. Fredericson** (1951) introduc noțiunea de **agonistic** pentru a defini activitățile legate de agresiune, conciliere sau retragere care intră în sfera de confruntare cu toate laturile sale. Termenul nuanțează doar interrelaționarea răspunsurilor agresive şi de supunere.[2]

Noțiunea de agresiune este foarte complexă, fiind manifestată printr-un amestec de comportamente diferite ce servesc unor funcții diferite. Putem vorbi de agresiune în general, însă se simte nevoia individualizării unor tipuri de agresiune pentru a nuanța îndeplinirea anumitor funcții (apărare teritorială, sexuală, moralizatoare, de pradă, de apărare împotriva prădătorului, disciplinară parentală etc.).

Nu atenta la bunurile semenilor tăi! Am desprinde omul de natură dacă am considera că numai lui îi este propriu un astfel de comportament. Apărarea teritoriului reprezintă o condiție vitală pentru orice specie. Ca urmare, este folosit un arsenal de mijloace şi de semnale pentru a avertiza şi a respinge intruşii. Lupta directă este folosită doar ca ultimă armă de apărare. Semnalele transmise au semnificație biosemiotică. Între adversari se realizează un dialog semiotic, care-l poate tempera pe agresor sau, dacă acesta se simte mai puternic, poate speria pe

posesorul teritoriului respectiv. Mijloacele folosite şi semnalele emise sunt, practic, nesfârşite. Totul este ca ele să fie bine înțelese de cei doi competitori.

Comportamentul agonistic de agresiune teritorială este îndreptat împotriva masculilor intruşi. Femelele care pătrund în teritoriul marcat de un anumit mascul folosesc semnale de curtare, de împăcare şi am putea spune chiar de provocare sexuală.

Agresiunea sexuală este folosită pentru a forța femelele la împerechere, sau la o relație sexuală mai îndelungată. Am putea considera că vigoarea agresiunii sexuale poate fi corelată cu o vigoare sexuală reală. Numai aşa unii masculi dominanți îşi pot constitui un harem de femele. Agresiunea sexuală prezintă însă două laturi. Comportamentul agonistic se poate canaliza doar pe direcția masculilor competitivi, când se dă o luptă fizică, adesea destul de puternică (fără să conducă la eliminarea fizică a unuia dintre competitori), după care urmează disciplinarea femelelor şi punerea lor sub control, printr-un comportament agonistic bine nuanțat.

Nu râvni la bunul altuia capătă la animalele poligame o anumită încărcătură comportamentală. La animalele monogame, comportamentul agonistic sexual are alte nuanțe. Dialogul semiotic dintre parteneri capătă aspecte fenomenologice deosebit de subtile. Fidelitatea poate merge până la refuzarea totală a altor parteneri, până la moarte, sau la acceptarea lor doar după un anumit timp. Dacă omul a conceput centura de castitate pentru perechea sa, în cazul unei despărțiri mai îndelungate, la *Macracanthorhynchus hirudinaceus* (Acanthocephala), masculul pur şi simplu cimentează orificiul genital al femelei după împerechere, excluzând orice alt contact.

Agresiunea moralizatoare pare a fi doar specific umană, deoarece implică un comportament altruist. Totuşi, comportamentul altruist nu este specific numai omului. În cazul insectelor sociale şi nu numai, comportamentul altruist este deosebit de dezvoltat, fiind înscris în informația

genetică. Albinele nu-şi vor precupeți niciodată viața şi se vor sacrifica în scopul apărării familiei de intruşi.

Acesta este un comportament instinctiv, înscris în informația genetică. Nu ştim însă ce se întâmplă dacă unele albine, puse în situația de a acționa în vederea înlăturării unui intrus, refuză să se implice şi acționează ca şi cum şi-ar apăra propria viață. Dacă există şi astfel de situații (deşi nu credem, dar totul este posibil în această lume), ne întrebăm care ar fi reacția semenilor (dacă există o astfel de reacție). Ar trebui să intervină un comportament moralizator al semenilor, pentru a evita astfel de situații pe viitor. Se pare că un comportament agonistic moralizator nu funcționează la insecte. Ne gândim la faptul că, în muşuroaiele de furnici, pătrund diferiți intruşi care, o dată depistați, sunt goniți sau chiar eliminați fizic.

În aceleaşi muşuroaie poate pătrunde însă şi *Lomechusa*, un stafilinid pervers, care înşeală furnicile lucrătoare, oferindu-le o secreție care conține un drog. După ce au consumat acest drog, furnicile devin dependente şi caută să mai obțină şi alte doze, abandonând interesele familiei. Un astfel de comportament ar trebui controlat şi sancționat, însă nu se întâmplă aşa.

De ce la om se manifestă însă comportamentul altruist? Ce semnificație biologică poate avea? Ar fi supus şi el selecției naturale? La aceste întrebări este greu de răspuns, o dată ce ştim că un asemenea comportament depinde de o multitudine de factori.

Să pornim de la analiza unui singur caz. Într-un lac, un om este în pericol să se înece. Lansează semnale de ajutor. Dintre tinerii care, întâmplător, se află pe mal, unul sare în apă, pentru a-şi salva semenul. Poate nici nu-l cunoaşte. El are un comportament altruist. Rezolvarea situației poate fi însă diferită: se pot îneca amândoi; salvatorul poate salva pe cel aflat în pericol, însă se poate îneca el însuşi; pot ieşi împreună din apă.

Cel salvat va avea o datorie morală față de salvator. Prin comportamentul său, el trebuie să se achite de această datorie morală, deoarece legile sociale îl

obligă. Un comportament nefiresc poate atrage disprețul semenilor.

Care este semnificația biologică a acestui comportament? Cui serveşte? Când s-a aruncat în apă, salvatorul a făcut oare un calcul în vederea unui câştig? Ce fel de câştig? Material? Credem că nu. Un câştig moral? Poate! Tindem însă să credem că nu câştigul a stat la bază. Credem că este vorba de cea ce **R.L. Trivers** (1971) defineşte a fi **comportamentul Bunului Samaritean** al oamenilor, sau **altruismul reciproc**.[3]

Salvatorul ar putea fi răsplătit regeşte, dacă cel salvat dispune de mijloace materiale. Salvatorul ar atrage aprecierea şi respectul semenilor săi, uneori această răsplată putând fi mult mai mare decât cea materială. Cel salvat rămâne însă cu o datorie morală pe care trebuie s-o plătească. Răsplata nu trebuie să fie însă ascunsă, tainică, ci trebuie cunoscută de cei din jur. Lipsa ei, sau un neajuns creat salvatorului de către cel salvat, poate genera un comportament agonistic moralizator din partea populației.

Comportamentul altruist pare a intra în programele nivelului superior (populațional), prin care populația umană se întăreşte ca nivel de organizare. Cel care câştigă este mediul social, chiar dacă acest tip de comportament nu-şi găseşte exprimarea în genele umane.

Pentru individ, altruismul poate să nu aibă valoare adaptativă, însă pentru specie - da. În timpul celui de al doilea război mondial, într-un lagăr de concentrare, deținuții au fost pedepsiți prin aplicarea principiului decimării (nu interesează cauza). Al zecelea deținut urma să fie executat. Între alții, un al zecelea deținut era un evreu, care avea familie mare şi grea. În locul lui, pe poziția 9, era un holtei fără familie. Acesta i-a propus evreului să facă schimb de locuri. Evreul a refuzat. Totuşi, când se apropiau cei cu numărătoarea, holteiul l-a forțat pe evreu, a trecut în locul lui şi a devenit al 10-lea. Şi astfel a fost executat în locul evreului. Este un caz de altruism care a mers până la sacrificiu. După război acest om a fost sanctificat pentru gestul său.

NOTE

1. Wilson, O. Eduard, 2003 – Sociobiologia, Ed. Trei, p. 195
2. Scott, J.P., E. Fredericson, 1951 – The causes of fighting in mice and rats, Physiological Zoology, 24(4): 273-309
3. Trivers, R.L., 1971 – The evolution of reciprocal altruism. Quarterly Review of Biology, 46(4): 35-57

LIMBAJUL CA STRATEGIE EVOLUTIVĂ

Comunicarea este o caracteristică a ființelor vii. Ea se realizează în diferite modalități, însă îndeplineşte aceeaşi funcție: schimbul de informații a unui individ cu semenii săi şi cu indivizii altor specii. Pot fi folosite semnale chimice, luminoase, sonore ajungând până la limbajul articulat, caracteristic omului. Cu cât capacitatea de comunicare este mai dezvoltată, cu atât posibilitățile de adaptare sunt mai largi. Comunicarea reprezintă o strategie evolutivă, servind atât speciei cât şi indivizilor.

Cei mai mulți peşti abisali folosesc în comunicare lumina provenită pe calea procesului de bioluminiscență. Licuricii îşi găsesc partenerii tot cu ajutorul luminii. La cele mai multe insecte partenerii se găsesc cu ajutorul feromonilor sexuali. Delfinii comunică între ei folosind ultrasunetele, de asemenea şi liliecii. La om s-a dezvoltat un limbaj articulat, care deschide posibilități nebănuite de comunicare, făcând posibilă apariția gândirii abstracte şi a celei artistice.

Când a apărut vorbirea articulată şi cum? Răspunsul la această întrebare poate fi dat din perspective diferite de studiu: filogenetic, antropogenetic şi lingvistic.

Urmărind evoluția spiței umane este firesc să ne întrebăm: în ce etapă a evoluției omului a început să se manifeste comunicarea prin limbaj articulat? Posibilitatea de comunicare a existat şi înaintea apariției limbajului articulat. Dacă ființele preumane comunicau între ele folosind diferite tipuri de semnale, atunci limbajul articulat a apărut ca o prelungire a sistemului de comunicare existent, sau ca un element nou suprapus celor existente?

Chiar la omul zilelor noastre vorbirea este însoțită de gest. Gestul este realizat cu ajutorul mâinilor, între polul oral şi cel manual fiind încă o strânsă legătură.

Apariția limbajului articulat este legată de o anumită dezvoltare a creierului, sau dezvoltarea creierului şi apariția şi dezvoltarea limbajului articulat au avut o coevoluție?

Noam Chomsky (1968) consideră că limbajul a putut să apară doar de la o anumită dezvoltare a creierului, fiind, deci, consecința dezvoltării acestuia. El consideră lumea ca pe un accident al istoriei şi că nu trebuie văzută ca o consecință a selecției naturale.[1]

După **Chomsky** (1979): „*abilitatea de a învăța vorbirea este una specială şi nu pur şi simplu un efect local al unei creşteri generale a inteligenței. Aceasta din urmă argumentează că vorbirea necesită o deprindere inconştientă a regulilor complexe ale gramaticii, care nu pot fi învățate în modul sugerat de behavioriști*".[2]

Chomsky vizează aici două aspecte: cel al apariției limbajului în filogeneză şi cel al formării capacității de vorbire în ontogeneză.

Pentru apariția limbajului în antropogeneză se cere un creier mai evoluat, cu o anumită structură funcțională, capabil să prelucreze rapid informațiile şi să stabilească unele conexiuni subtile între acestea. **Chomsky** nu este de acord cu behavioriştii care, conform gândirii lui **Skinner** considerau că vorbirea ar fi un exemplu clasic de învățare umană, bazată pe recompensă şi pedeapsă.

Desigur că nu ne vom imagina mamele făcând dresaj (prin recompensă şi pedeapsă) cu copiii lor pentru a-i învăța să vorbească. Aşa cum nu s-a întâmplat nici în momentul în care primii oameni încercau să folosească vorbirea articulată.

Robin Dunbar (2002) este de părere că primatele au avut nevoie de creiere mărite pentru a putea să-şi găsească drumul spre lume şi să-şi rezolve problemele generate de căutarea zilnică a hranei şi de comunicare între semeni.[3]

Primatelor evoluate le este caracteristic „**grooming-ul**" în vederea modulării interacțiunilor sociale, care permit un contact apropiat între indivizi. Grooming-ul este eficient doar în grupuri restrânse. Când grupul social capătă dimensiuni importante se produce o presiune de selecție pentru un grooming mai eficient – limbajul articulat. Limba devine un „**grooming vocal**" foarte eficient, deoarece poți vorbi la mai mulți odată şi în diverse situații.[4]

Neurologul **Ralph Holoway** (2002) lansează o ipoteză a inteligenței sociale, prin care încearcă să explice apariția limbajului într-un mediu social dezvoltat. Limba s-a dezvoltat într-o matrice cognitivă de comportament social, care se bazează pe diviziunea structural-social- complementară a muncii între sexe.[5]

În sprijinul acestui concept par a veni şi datele oferite de antropologul **White Rondall** care considera că, în urmă cu 100.000 de ani nu se putea vorbi de un limbaj articulat dezvoltat. După el limbajul ar fi probat de şapte vestigii arheologice:

1. Înmormântarea deliberată a celor morți;
2. Crearea de imagini şi podoabe ale trupului;
3. Ritmul inovației tehnologice şi al schimbării culturale;
4. Apariția diferențelor regionale de cultură, deci şi de limbă;
5. Comerțul cu obiecte exotice;
6. Zonele de locuit îşi sporesc suprafețele în mod semnificativ;
7. Se trece de la piatră la prelucrarea osului, cornului, lutului etc.[6]

Steven Pinker şi **R. Leakey** (1990) sunt de părere că limba a apărut în formele sale incipiente la speciile preumane şi creierul a crescut în mărime ca rezultat al evoluției limbii şi nu invers.[7]

În sprijinul acestui concept se alătură şi **Terrence Deacon** (2002), care considera că limbajul a evoluat într-o lungă perioadă de timp prin interacțiunea dintre creier şi limbă.

Neurologul **Hary Jerison** (2002) încearcă să probeze că limba a avut un rol mai important în creşterea creierului decât abilitățile manuale. Chiar un limbaj simplu, primitiv cere o cantitate considerabilă de substanță cerebrală.[8]

De altfel, **D. Bickerton** (1990) este de acord cu **R. Leakey** acceptând ideea că un protolimbaj simplu în conținut şi structură ar fi apărut la australopiteci. Aceştia erau constructori de unelte.[9] Totuşi, pot oare uneltele de piatră să furnizeze argumente credibile pentru a proba

capacitatea de vorbire a făuritorilor de unelte? Mai trebuie să ținem seama că tehnica cioplirii pietrei a evoluat extrem de lent. Timp de sute de mii de ani (300.000-400.000) confecționarea uneltelor a evoluat într-un ritm foarte lent, astfel că din abbevillian până la sfârşitul acheuleanului se păstrează acelaşi stereotip, ameliorat doar din punctul de vedere al execuției. Dacă limbajul era apărut, care ar fi fost evoluția lui, dacă evoluția tehnicii de cioplire a pietrei stagna? Se pare că trebuie căutate alte mecanisme care ar fi putut conduce la apariția limbajului articulat.

Thomas Wynn nu accepta ideea că australopitecilor le-a fost proprie o cultură care să probeze calități lingvistice. După el cultura olduvană nu era o cultură umană ci una proprie maimuțelor.[10] Totuşi, nu era prea mult pentru maimuțe?

Dacă luăm în considerație numai componenta tehnologică (construcția de unelte) atunci putem crede că limba a avut un început prematur, după care a urmat o evoluție lentă, urmată de o dezvoltare exponențială la omul modern.

În afara uneltelor, timp de mai bine de 2 milioane de ani nu putem sesiza nici cele mai firave urme ale expresiei artistice. Apariția expresiei artistice în evoluția omului s-a manifestat, la o scară surprinzător de mare, în urmă cu peste 35.000 de ani. Ce înseamnă asta? Putem corela această manifestare artistică cu apariția „capetelor mari"? Manifestările artistice pot fi corelate cu dezvoltarea creierului. S-ar putea crede că tocmai aceste manifestări artistice ar proba apariția unui limbaj articulat bine conturat.

Limbajul articulat prezintă avantaje evolutive deosebite. Față de cine oferă avantaje evolutive limbajul articulat? Față de celelalte animale sau față de celelalte forme umane?

Limbajul articulat nu aduce avantaje evolutive față de celelalte animale decât în contextul în care, în mediul social uman limbajul aduce o organizare superioară, care poate avantaja colectivitatea umană în raport cu animalele. Nu în această direcție trebuie văzut avantajul

esențial. El trebuie căutat în direcția organizării societății umane, a diviziunii muncii şi mai ales în direcția creşterii inventivității şi a creativității.

Apariția limbajului reprezintă, fără îndoială, o strategie evolutivă în filiația umană. Unii antropologi sunt de părere că neanderthalienii (paleantropii) nu ar fi putut reuşi în evoluție ca urmare a faptului că nu ar fi fost capabili să realizeze o vorbire articulată fluentă. Nu ar fi putut emite unele vocale importante şi chiar unele consoane. Nu credem că un astfel de limbaj ar fi fost un handicap în lupta pentru existență. De altfel, se pare că paleantropii nu au fost eliminați de pe scara evoluției printr-o confruntare directă cu omul modern.

Dacă un limbaj articulat evoluat a facilitat dezvoltarea gândirii – pe de o parte, şi organizarea societății umane – pe de altă parte, atunci trebuie să considerăm că apariția limbajului articulat a constituit o strategie evolutivă evidentă.

Dacă limbajul articulat a avut o evoluție reală, atunci putem vorbi de evoluția filogenetică a limbilor? De ce există atât de multe limbi şi care poate fi legătura dintre ele? **John Maynard Smith** şi **Eörs Szathmáry** (1999) pun problema evoluției filogenetice a limbajului uman.[11]

Omul modern a apărut, conform datelor antropologice recente, în Africa. De aici s-a răspândit în toată Lumea veche. Omul modern (în varianta lui Homo sapiens fosilis) trebuie să fi avut un limbaj articulat destul de bine conturat. În migrația sa, răspândindu-se pe un areal geografic extrem de mare, populațiile umane au început să-şi diferențieze limba. Am putea descoperi elementele unui protolimbaj în limbile actuale? Considerăm că este aproape imposibil.

Se acumulează unele date foarte interesante în ceea ce priveşte evoluția filogenetică a limbajului articulat (a limbilor).

John Maynard Smith şi **Eörs Szathmáry** consideră că limbile indo-europene pornesc de la un strămoş comun, de la o limbă primară.[12] O astfel de idee circulă de multă vreme. Se cer însă nişte argumente genetice. Dacă limitele

indo-europene au o origine comună, ar trebui să reconstituim direcțiile după care s-a realizat migrarea omului modern (nu este vorba doar de migrațiile istorice cunoscute ci şi de migrațiile care au avut loc în urmă cu 30.000-35.000 de ani, după începerea expansiunii omului modern din Africa) şi apoi afinitățile dintre limbi. În realizarea unui astfel de arbore filogenetic se pune accentul nu atât pe gramatică, deoarece se poate schimba destul de repede, ci pe vocabularul comun. Nu trebuie să fie luați în considerație termenii tehnici, deoarece aceştia sunt uşor împrumutați de la o limbă la alta. O dovadă în acest sens este invazia neologismelor, în toate limbile actuale, care abundă în termeni tehnici.

Este interesantă comparația pe care **John Maynard Smith** şi **Eörs Szathmáry** o realizează între informația genetică (biologică) şi limbaj.[13] Astfel, este făcută o paralelă între translația sunetelor în limbaj şi schimbarea raportului AT/CG în informația genetică sub presiunea mutațiilor. În ceea ce priveşte neologismele sau, mai bine zis, împrumutul de cuvinte de la o limbă la alta, se încearcă o paralelă cu transferul orizontal al genelor (genele săritoare).[14]

Cavali-Sforza (2002) considera că putem verifica filogeniile lingvistice folosind datele geneticii.[15]

Nu putem realiza o analiză filogenetică a limbilor, dacă nu pornim de la presupunerea că toți oamenii au o competență comună pentru limbaj. Pentru biologi cea mai incitantă întrebare priveşte originea competenței lingvistice a oamenilor.

Chomsky (1979) consideră că: „*abilitatea de a învăța vorbirea este una specială şi nu pur şi simplu un efect local al unei creşteri generale a inteligenței*".[16]

Chomsky se bazează pe unele observații concrete, deosebit de pertinente. El a observat ca pentru ca un copil să devină capabil să învețe o limbă are nevoie de puține eforturi.

„*Un copil aude un număr finit de propoziții, dar învață curând să rostească un număr indefinit de mare. Copilul a învățat din regulile de generare a propozițiilor*

corecte gramatical, în ciuda faptului că părinții corectează rar erorile făcute de copil".[17]

De aici el trage concluzia că oamenii dispun de o competență specială în înnăscută pentru limbaj.

Ştim cu toții că agramatismul poate fi întâlnit la mulți oameni maturi, unii chiar cu pretenții, ce posedă o cultură generală vastă.

Ce ar însemna, dacă ar trebui să le explicăm copiilor mici regulile gramaticale după care trebuie să-şi construiască propozițiile şi frazele? Ar fi un adevărat calvar. Mulți dintre ei credem că ar refuza să vorbească (ar prefera autismul). Lucrurile nu stau însă aşa. După cum sesizează **Chomsky,** copiii învață repede să vorbească. Acumulează un anumit bagaj de cuvinte, învață câteva propoziții corect formulate şi apoi începe să se lanseze într-o comunicare din ce în ce mai complexă. Este ca şi cum creierul ar avea o anumită predispoziție pentru vorbire. Parcă ar avea nevoie de un model general de formulare a propozițiilor, după care foloseşte modelul pentru construcțiile următoare. Din momentul în care a fost prinsă topica frazei lucrurile par a merge de la sine. Parcă se pune în funcțiune un program de vorbire corectă gramatical.

Mai mult decât atât, un copil mic poate învăța două sau mai multe limbi în acelaşi timp, cu aceeaşi uşurință, chiar dacă topica frazei este diferită. La maturitate este mai greu. Este ca şi cum vorbirea ar fi facilitată de o capacitate a creierului de a structura logic cuvintele după o gramatică generativă.

Se pare că limbajul se manifestă ca şi gândirea. Este adevărat că în şcoală învățăm să ne formăm o gândire ordonată (un anumit stil de gândire), însă şi mai adevărat este faptul că începem să gândim înainte de a primi lecții de gândire. Gândirea nu necesită numai abilitatea de a-ți forma imagini în minte, ci şi de a le manevra. Tocmai această capacitate de memorare a imaginilor, de a stabili conexiuni între ele face posibilă o gândire bine structurată.

Unii lingvişti cred că gândirea nu poate fi realizată decât prin intermediul cuvintelor. Ne dăm însă seama că, adesea, desfăşurăm procese de gândire rapide şi

complexe, care n-ar avea timp să se structureze prin cuvinte. Când jucăm şah şi analizăm poziția pieselor şi desfăşurarea jocului nu avem timp de comentarii, ci efectuăm raționamente rapide, luând în analiză o multitudine de soluții. Chiar copiii, înainte de a învăța să vorbească, pot realiza sarcini mentale care probează capacități de gândire. Gândul ne apare ca o acțiune organizată, ceea ce înseamnă că gândul poate fi şi gramatical. Gramatica ne oferă abilitatea de a exprima operațiile logice prin imagini şi concepte. Are dreptate **Chomsky** când afirmă că, creierul prezintă abilități speciale pentru vorbire şi gândire.

John Maynard Smith şi **Eörs Szathmáry** (1999) consideră că abilitatea de a forma şi manevra concepte a evoluat deoarece gândirea a ajutat supraviețuirea, indiferent dacă gândurile puteau fi comunicate sau nu.[18]

După **S. Pinker** şi **P. Bloom** (1990) competența lingvistică este un organ complex, în acest sens semănând cu ochii vertebratelor sau aripilor păsărilor, şi trebuie deci să fi evoluat prin selecții naturale.[19]

După cum am mai menționat, competența lingvistică apare ca o capacitate a creierului de a structura informațiile verbale şi de a le organiza după o anumită logică, aşa cum se organizează şi procesul gândirii. În această situație limbajul ar putea fi pus sub controlul unor gene. Desigur, ar fi un complex foarte mare de gene care ar putea contribui la realizarea limbajului.

Astfel de afirmații par a fi hazardate. Asta ar însemna că anumite mutații ar trebui să afecteze unele aspecte ale realizării limbajului. O deficiență în limbaj (gramaticală) nu trebuia să fie asociată cu o anumită formă de handicap mental, surzenie, afecțiuni motoare sau tulburări de personalitate. Trebuie să fie vorba doar de o deficiență în limbaj de tip gramatical.

Ceea ce este deosebit de interesant este faptul că **Gopnik** şi **Crago** (1991) au descris o astfel de deficiență.[20] Într-o familie din Anglia a fost pusă în evidență o incapacitate lingvistică specifică. Din cei 29 de membri ai familiei 15 au manifestat această deficiență de-a lungul a 3

generații. Deficiența gramaticală constă în incapacitatea persoanelor respective de a forma pluralul la unele cuvinte, deoarece nu aveau putința de a generaliza aplicarea regulilor gramaticale corespunzătoare. Unii dintre ei erau incapabili de a forma trecutul unor verbe. Ei puteau învăța fiecare caz particular, dar nu puteau realiza generalizări, ceea ce înseamnă că nu erau lipsiți total de aptitudini gramaticale, ci numai o anumită deficiență. Este ca şi cum această deficiență ar fi determinată de o anumită mutație autosomală; o mutație a unei gene implicate în realizarea limbajului. Dacă o astfel de genă reprezintă o realitate, atunci înseamnă că trebuie să fie şi alte tipuri de mutație, ale altor gene, responsabile de alte manifestări deficitare în limbaj.

De altfel **John Maynard Smith** şi **Eörs Szathmáry** (1999) sunt de părere că: „*Ne putem aştepta ca, în următorii 10 ani, să fie descoperite mai multe gene loci diferite, fiecare cu efect diferit asupra competenței lingvistice*".[21]

Limbajul este controlat de gene! Aceasta este o descoperire epocală. Fiind controlat de gene, înseamnă că oamenii au o predispoziție pentru limbaj. El se realizează în mediul social, dar are un substrat genetic, ceea ce înseamnă că reprezintă o strategie apărută pe traseul evoluției umane.

Mutațiile unor gene implicate în realizarea limbajului provoacă unele deficiențe gramaticale. Cazul analizat trebuie să ne conducă la regândirea termenului de „deficiență mentală". De altfel, **L.S. Penrose** încă din 1949 atrage atenția asupra faptului că termenul de „deficiență mentală" este utilizat pentru a acoperi multe condiții genetice distincte.[22]

Apariția limbajului articulat reprezintă o achiziție revoluționară în evoluția omului. Cu ajutorul limbajului omul şi-a creat lumea conştiinței introspective, lume pe care o inventăm şi o împărțim cu alții şi pe care o numim cultură.

După cum afirma **Derrick Bickerton** (1990): „*o limbă devine mediul nostru, iar cultura adăpostul nostru. Numai limba ne-a putut smulge din închisoarea experienței*

imediate în care fiecare creatură este închisă descătuşându-se şi oferindu-ne libertăți ale spațiului şi timpului".[23]

NOTE

1. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2002 – Homo sapiens sapiens L. Origine şi evoluție. Ed. „Vasile Goldis" Univ. Press, p. 265
2. Chomsky Noam, 1979 – Language and Responsability. New-York: Penthenon Books, p. 66
3. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2002 – opera citată, p. 266
4. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2002 – opera citată, p. 266
5. Ibidem, p. 266
6. Ibidem, p. 267
7. John Maynard Smith, Eörs Szathmáry, 1999 – Limbaj şi viață. În Michael P. Murphy, Luke A.J. O'Neill. Ce este viața? Următorii 50 de ani. Ed. Tehnică, Bucureşti, p. 64
8. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2002 – opera citată, p. 265
9. Bickerton, D., 1990 – Language and Species. Univ. of Chicago Press
10. Ibidem, p. 266
11. John Maynard Smith, Eörs Szathmáry, 1999 – Limbaj şi viața. În Ce este Viața? Următorii 50 de ani, a lui Michael P. Murphy şi Luke A.J. O'Neill. Ed. Tehnică, p. 64
12. Ibidem, p. 65
13. Ibidem, p. 66
14. Ibidem, p. 66
15. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2002 – opera citată, p. 266
16. Chomsky – opera citată
17. John Maynard Smith, Eörs Szathmáry – opera citată, p. 65
18. Ibidem, p. 66

19. Pinker S., Bloom P., 1990 – Natural language and natural selection. The Brain and Behavioural Sciences 13, p. 707-784

20. Gopnik M., Crago M.B., 1991 – Familial aggregation of a developmental language disorder. Cognition 39, p. 1-50

21. John Maynard Smith, Eörs Szathmáry – opera citată, p. 68

22. Penrose L.S., 1949 – The Biology of Mintal Defect. London, Sidwick & Jackson

23. Bickerton D., 1990 – Language and Species. Chicago. Univ. of Chicago Press

COMPORTAMENTUL LUDIC ŞI UMORUL CA STRATEGII EVOLUTIVE

De ce oare animalele simt nevoia să se joace? Mamiferele şi păsările se joacă mult. Se pare că jocul este un comportament de adaptare, care oferă avantaje animalelor care îl practică.

Comportamentul ludic pune probleme semiotice importante. Dialogul semiotic trebuie să fie foarte bine pus la punct. De unde ştie un animal că trebuie să se angajeze într-un joc cu semenul său şi că nu este doar o cursă? Între altele, jocul reprezintă un mesaj care stipulează că este un joc. Un joc impune însă anumite reguli şi trebuie să se desfăşoare în anumite condiții: absența tacticelor care pot produce răni sau vătămări, existența unor pagube, inversarea rolurilor (nu trebuie ca un singur partener să se impună), handicapul impus sieşi de jucător etc. Punerea la punct a acestor aspecte necesită un dialog semiotic subtil, o adevărată metacomunicare. Deşi rare, pot apărea şi situații în care unii parteneri vor să transforme jocul într-o veritabilă luptă. Partenerii trebuie să fie sinceri, să nu-şi înşele semenii în momentul declanşării jocului. Aici înțelegem subtilitatea dialogului semiotic şi adevăratele valențe ale metacomunicării.

După cum apreciază **D. Lestel** (2004), comportamentul ludic deschide anumite spații de libertate în lumea animalelor, anticipând apariția culturii şi furnizează posibile baze biologice ale creativității intelectuale şi artistice ale omului.[1]

Comportamentul ludic reprezintă o mare enigmă a lumii animale. Jocul are, cu siguranță, funcții evolutive. După cum remarcă **D. Lestel,** jocul permite puilor să dezvolte anumite aptitudini, precum lupta sau capturarea prăzii:

- jocul asigură dezvoltarea capacității de comunicare şi stabileşte o legătură socială benefică;

- jocul sporeşte capacitățile cognitive şi inovative ale animalelor.[2]

Fiecare specie îşi are tipul său de joc. După cum încearcă să explice **Tim Coro** (1990), jocul este: „*orice activitate locomotorie îndeplinită după naştere care, în ochii unui observator pare să nu aducă nici un beneficiu imediat evident jucătorului şi în care secvenţe motrice asemănătoare celor utilizate în contexte funcţionale serioase pot fi utilizate într-o formă diferită*".[3]

Jocul pare a fi rupt de realitate şi a nu aduce beneficii imediate. Şi totuşi, jocul formează deprinderi şi abilităţi, dezvoltă capacităţi sociale pe de o parte, iar pe de altă parte asigură încadrarea mai eficientă în mediul social. La specia umană, băieţii se joacă de cele mai multe ori de-a războiul. Jocul lor nu le ajută într-un eventual război, însă le dezvoltă o serie de abilităţi şi reacţii şi le permite încadrarea în colectivul de copii cu care vin în contact. Jocul impune un anumit comportament, care trebuie învăţat. Comportamentul respectiv se realizează pe baza unui dialog semiotic bine pus la punct, la un nivel de comunicare meta-comunicaţional. Anumite abilităţi şi aptitudini dobândite printr-un comportament ludic pot servi în situaţii concrete.

Jocul pe calculator a asigurat unor copii realizarea unor execuţii uimitoare, pe care cu greu le pot atinge chiar unii specialişti.

Jocul are un rol deosebit în dezvoltarea umorului. Realizarea unor execuţii care stârnesc râsul capătă anumite conotaţii şi sunt apreciate, iar realizarea altora, excepţionale, stârnesc admiraţia. Jocul devine un mijloc de formare, de dezvoltare a spiritului, de observaţie şi de analiză critică.

După cum apreciază **D. Lestel** (2004)**:** „*umorul provine în acelaşi timp din joc şi dintr-una din expresiile cele mai elaborate ale comunicării*".[4] Se apreciază că jocul este caracteristic numai omului şi că numai în cazul omului are valenţe formative. Trebuie deci să ne schimbăm modul de a gândi şi să vedem rădăcinile animale ale omului.

Agresiunea batjocoritoare pe care o practică unii pui de cimpanzei (aruncă cu beţe, pietre, nisip şi chiar cu excremente în adulţi) este considerată de **D. Lestel** ca fiind

o formă de umor (umor negru). „*Pentru cercetătorii care au descris acest comportament, respectivele modalități de agresiune batjocoritoare sunt foarte apropiate de comportamentele care au jucat un rol important în ritualurile arhaice ale omenirii şi care au supraviețuit până de curând în forme modificate, de exemplu, în ritualurile agricole ruseşti, sau în practicile clovnului ritual din America de Nord. Câteva din comportamentele importante ale culturilor omeneşti îşi găsesc astfel rădăcinile într-o stare preumană*".[5]

Cu alte cuvinte, comportamentul uman îşi are rădăcinile în cel preuman. Comportamentul preuman s-a constituit, în filogeneză, pe baza comportamentului animal. **Charles Snowdon** (1993) apreciază că: „*trebuie respinse explicațiile creaționiştilor, care consideră că omul este diferit, fără să se întrebe în ce fel, şi ale acelora care gândesc că o simplă mutație genetică este suficientă pentru a conduce la limbaj*".[6]

A nu vedea continuitatea în evoluția vieții pe pământ înseamnă a nu putea găsi explicații multiplelor comportamente umane. Avea dreptate **A. Oparin** atunci când considera că viața nu este un punct, ci o traiectorie care îşi urmează linia continuă.

Până şi râsul nu este exclusiv o caracteristică umană. Râsul surprinde o situație nefirească sau o subtilitate ieşită din comun, aflată în contrast cu desfăşurarea normală a evenimentelor.

Lawick-Goodall (1968) surprinde râsul la cimpanzeu, iar **Bruce Moore** prezintă o situație cu totul inedită, care merită toată atenția. El a înregistrat pe o bandă magnetică declanşarea râsului la o focă crescută de oameni.[7] Prezentându-le studenților săi înregistrarea, le-a provocat râsul. Un râs asemănător. Mai mult decât atât, în acelaşi mod a râs şi un papagal din camera alăturată. Cu totul inedit rămâne faptul că în acelaşi timp, a fost auzit râsul reprezentanților a trei specii diferite.

Râsul pare a fi un comportament specific uman. Cel puțin aşa credeam până acum. De ce? Fiindcă râsul este provocat de surprinderea unor situații inedite, nefireşti

(dezlegarea tâlcului unei glume, îngroşarea unor mişcări, a unui comportament caracteristic unui semen etc.). Sunt animalele capabile să se desprindă de realul concret şi să surprindă asemenea situații? Probabil că da, chiar dacă nu pe cele mai subtile. Iată o situație prezentată de **F. de Waal** (1994): „*un cercetător deghizat în leopard sperie îngrozitor cimpanzeii. După această scenă, cercetătorul îşi scoate masca, cimpanzeii îl recunosc şi încep să râdă*".[8]

Bine, râd şi cimpanzeii şi chiar focile. Râd ca şi noi? Situațiile prezentate par o demonstrație a faptului că aceste animalele au manifestări asemănătoare omului. Putem noi înțelege cu adevărat comunicarea animală, trăirile afective ale acestora? Uneori trăim cu impresia că ne înțelegem cu câinele cu care trăim în apartament şi că desluşim clar trăirile afective ale pisicilor. Suntem convinşi că realizăm o comunicare firească. Citim aceasta în comportamentul animalului, în privirea şi gesturile lui. Accesul nostru la „**gândirea**" şi trăirile afective ale animalului este însă foarte dificil. Trebuie să privim cu circumspecție orice manifestare. Ar fi însă greşit să considerăm că animalele nu au sub nici o formă astfel de manifestări.

Capacitatea noastră de a înțelege animalul trebuie apreciată cu mare atenție. Trebuie însă să înțelegem că, de multe ori, animalele reacționează firesc la provocările mediului (abiotic şi biotic) şi că se comportă în mod rațional. „*Comunicarea nu este numai utilitară, ci şi cauzală, adică în mod necesar legată de corelații comportamentale care îi sunt accesibile şi că avem cu toții aceeaşi istorie filogenetică în stare să facă verosimilă existența unei structuri de bază pentru toate sistemele de comunicare*".[9]

Urmărindu-i ideile lui **D. Lestel,** încercăm să sesizăm cum, pe traiectoria evoluției vieții, apar premisele comportamentale care în lumea animală pregătesc prefigurarea omului.

NOTE

1. Lestel, Dominique, 2004 – Originile animale ale culturii. Ed. Trei, p. 186
2. Ibidem, p. 187
3. Tim Coro, citat de D. Lestel, în opera menționată, p. 188
4. D. Lestel - opera citată, p.n187
5. Ibidem, p. 188
6. Ibidem, p. 183
7. Lawick-Goodall, 1968 – A preliminary report on expresive movements
8. F. De Wall, W.McGrew, 1994 – The challenge of behavioural diversity. Chimpanzee cultures. Harvard
9. D. Lestel – opera citată, p. 192

SIMȚUL ESTETIC CA STRATEGIE EVOLUTIVĂ

J. Cousteau ținea să ne convingă de „*tăcerea apelor*". Acum, însă, ne dăm seama de zgomotul infernal în care trăiesc animalele în lumea apelor. Peştii produc un zgomot de fond permanent. Peste acest zgomot se poate suprapune zgomotul produs de cetacee. Balenele lansează zgomote (semnale cu anumite funcții) ce pot fi percepute pe distanțe de până la 10.000 de mile marine. Un zgomot de fond, produs de cicade, le-am simțit pentru prima dată la Cleveland (Ohio), în SUA, la un concert simfonic, desfăşurat în natură. „Concertul" viguros al cicadelor era aproape obositor. Şi, totuşi, când a început concertul simfonic, am putut să percepem şi cele mai subtile tonalități ale orchestrei. Concertul simfonic uman acoperea „concertul" simfonic al cicadelor. Cred că acest lucru a fost posibil datorită capacității receptorilor auditivi de a selecta sunetele, de a le individualiza chiar pe un fond sonor destul de grosier.

De ce cântă cicadele? Ce vor să transmită? Reprezintă cântecul lor tot o semnătură-sonoră, ca şi la delfini? De ce cântă păsările? Cântecul cuceritor al mierlei, sau al privighetorii reprezintă doar o funcție semnalizatoare sau este şi una muzicală?

Cântecul păsărilor are cumva o funcție muzicală? Este apreciat cântecul de cântăreț şi de semenii săi? Foarte plastic, **Soren Kierkegaard** aprecia (după cum menționează **D. Lester**) că păsările sunt creaturi care nu cântă când muncesc pur şi simplu, ci sunt creaturi a căror muncă constă în a cânta.[1]

Florile sunt frumoase, unele paradoxal de frumoase (precum orhideele). De ce sunt frumoase? Pentru cine sunt ele frumoase? Frumusețea florilor şi a aripilor unor fluturi (adevărate „petale colorate", cum aprecia **Aristide Caradja**) prezintă valoarea compozițiilor muzicale ale unor păsări. Florile şi fluturii cântă prin frumusețea şi aranjamentul culorilor.

Au animalele sentimente estetice? Apreciază ele un cântec frumos sau o combinație superbă de culori? Dacă ar fi să-l credem pe **Darwin,** toate aceste calități (cu funcții estetice), rod al selecției sociale, sunt apreciate în mod deosebit de indivizii aparținând aceleiaşi specii.

Cântecul frumos al păsărilor are, cu siguranță, o funcție biologică, în primul rând o funcție sexuală. Şi, totuşi, tindem să credem că unele cântece sunt mai frumoase decât o cere evoluția ca fenomen al vieții. Fluturii îşi expun aripile superb colorate. Ce semnalizează acestea?

Poate că are dreptate **Charles Hortshorne** (1973) atunci când afirmă că: „*pentru păsări, cântecul în sine reprezintă propria recompensă: pentru pasăre devine muzică. În calitate de secvență muzicală, cântecul este apreciat mai întâi de cântăreț, frumusețea muzicală a cântecului contribuind mult la eficacitatea lui*".[2]

Asculți cu încântare o mierlă, îi urmăreşti modulațiile sonore şi reluarea frazelor melodice şi ai vrea ca totul să dureze la nesfârşit. Ce vrea să spună pasărea? Ce comunică ea şi cui? Cântă pentru ea, sau pentru semenii săi? Desigur, nu vom afla niciodată care este răspunsul corect. Am vrea să credem, însă, că este vorba de mai mult decât de o comunicare, că este vorba de muzică, de o trăire estetică simțită din plin şi de interpret. Cântecul nu reprezintă doar o comunicare, el include o serie de secvențe emoționale, care îi dau şi o altă încărcătură.

Cântecul animalelor are, cu siguranță, o funcție biologică. Prin cântec, un mascul îşi manifestă prezența, îşi marchează teritoriul, dar îşi impune în acelaşi timp şi bărbăția. Frumusețea şi vigoarea cântecului par a fi intrinsec legate de sănătatea fizică, de robustețea psihică şi de echilibrul fiziologic. Măiestria cu care îşi execută cântecul ilustrează nesfârşite alte calități, pe care semenii le descoperă şi le apreciază ca atare. Ieşirea la rampă presupune însă, pe lângă plăcere, şi responsabilitate. Cântecul este mesaj şi muzică şi poartă semnătura protagonistului.

Uimitoare sunt cântecele balenelor. Se pare că acestea îşi compun cântecele cu o măiestrie şi

ingeniozitate asemănătoare omului. După cum relatează **R. Payne** (1995), balenele îşi compun cântecele cu o mare ştiinţă, realizând diferite modificări ale frazelor şi ale motivelor muzicale. Şi mai important este faptul că aproape toate balenele cântă acelaşi cântec.[3] Faptul în sine nu este de mirare, atât timp cât aceste cântece se aud la zeci de mile marine depărtare.

Şi, totuşi, masculii balenelor caută să fie cât mai originali în cântecul lor, ce pare a fi principala „**armă**" prin care îşi cuceresc femelele. De aici poate şi marea capacitate a balenelor de a schimba cântecele, de a introduce elemente noi.

D. Lestel (2004) consideră că, la oameni, la păsări şi la balene, cântecele se supun aceloraşi legi şi că sunt similare unor compoziţii muzicale. Cântecele balenelor au un impact deosebit de mare asupra oamenilor, asemenea unei muzici de mare calitate şi rafinament. Am putea vorbi oare de o evoluţie a cântecului în lumea animală? Întrebarea pare mai mult sau mai puţin ilară şi, totuşi, ne-o menţinem. Capacitatea de a lansa semnale în mediu este proprie tuturor fiinţelor vii. Semnalele sonore şi vizuale sunt multiplicate şi armonizate, constituind adevărate simfonii muzicale şi colore. Nu ne-ar mira ca în viitor să se vorbească de simfonia aromelor lansate de diferite specii de animale în apă sau în eter. Aromele emise de mosc, sau ambra lansată de caşalot pe oceanele lumii par a atinge domeniul esteticului. Poate în acest mod vom înţelege mai bine semnificaţiile aromelor lansate de flori în eter. Limbajul chimic pare a avea valenţe nelimitate. Credem că acest limbaj a suferit cea mai spectaculoasă evoluţie pe traiectoria vieţii. În absenţa acestui tip de gândire, nu vom înţelege niciodată diversificarea feromonilor şi semnificaţiile lor.

Ce reprezintă în fond semnalele aromate lansate de flori în eter? Cui se adresează ele? Cu siguranţă, ele sunt semnale lansate speciilor cu care se asociază în vederea reproducerii (a polenizării). Pare incredibilă strădania florilor de a elabora aromele cele mai fermecătoare şi subtile. Se trece, cu siguranţă, din sfera intereselor biologice imediate,

în sfera rafinamentelor estetice. Ca şi cum o componentă a vieții s-ar individualiza, s-ar hipertrofia şi ar evolua către o perfecțiune de natură estetică. Cădem în capcana darwinismului, dar simțim o competiție acerbă pentru câştigarea, prin estetic, a partenerilor de viață şi acțiune. La un moment dat, esteticul devine o „**instituție**" care îşi canalizează propriul făgaş. Fie că este vorba de muzică, de lumină sau de culoare, viața capătă dimensiuni estetice. Aceste dimensiuni au apărut şi au evoluat chiar înaintea apariției omului.

Theodosius Dobzhansky (1966) dezvoltă ideea că jocul şi arta apar în strânsă legătură cu dezvoltarea comportamentului şi că reprezintă forme de înşelăciune. Dacă frumusețea unei fecioare este o înşelăciune prin care aceasta reuşeşte să te subjuge, atunci înseamnă că viața a acceptat înşelăciunea pe traiectoria evoluției sale. O anumită dimensiune a comportamentului ființelor vii tinde către artă. Nu vom vorbi aici doar de animale, le vom asocia şi plantele. Comunicarea, jocul şi arta au valoare adaptativă şi favorizează coeziunea socială.

Dacă îndrăznim să atribuim viului un simț estetic, atunci nu trebuie să neglijăm esteticul formelor, pe de o parte, şi nici aspectul arhitectonic, pe de altă parte. La toate încrengăturile, observăm parcă un simț al esteticului corpului, al construcției sale. Este foarte greu să poți defini ce anume înseamnă frumos în construcția unui corp animal sau al unei plante, fără a implica major antropomorfismul. Ne place o floare doar pentru că este frumos colorată, sau şi pentru că este frumos alcătuită? Iubim trandafirii atât pentru culoarea petalelor, cât şi pentru frumusețea lor, pentru modul în care sunt înfăşurate şi se îmbracă una pe alta, fără a neglija însă farmecul aromelor îmbătătoare emanate în eter.

Ne plac lăcrămioarele atât pentru puritatea culorii lor cât şi pentru finețea şi admirabila construcție. Cine ar putea spune că pasărea paradisului nu este frumoasă, că lebăda nu este grațioasă şi că iepurele nu are frumusețe şi gingăşie? Este frumusețea construcției corpului o realitate? Admirăm corpul animal aşa cum admirăm o construcție

frumos concepută? De ce nu? Dimensiunea estetică a vieții nu este rezultatul voinței purtătorului. Este altceva. Este tendința viului de a îndeplini o funcție estetică.

După cum consemnează **D. Lestel**, **Thomas Sebeok** considera arta un fel de mijloc cibernetic prin care animalul şi-ar echilibra mediul interior cu mediul exterior.[4] Astfel, arta ar exista şi la alte ființe, nu numai la om. De altfel, pasărea *Ptilonorhynchus violaceus* îşi pictează cuibul în culori diferite. **Theodosius Dobzhansky** se declară perfect convins de plăcerile estetice resimțite de păsările din familia Ptilorhynchidae.

Revenind la formele arhitecturale trebuie să menționăm că **Thomas Sebeok** pune în discuție măiestria cu care unele păsări îşi construiesc cuiburile. Păsările țesătoare îşi construiesc cuiburi călduroase, curate şi elegante, cu adevărat frumoase, ceea ce probează adevărate preferințe estetice.

Frumusețea unor păsări a atras atenția atât a lui **Darwin** cât şi a lui **Alfred Wallace**. Ei au încercat să ofere explicații ştiințifice. Astfel, **Darwin** consideră că femelele posedă simț estetic şi că aleg pentru reproducere masculii cei mai frumoşi. Pornind de aici, **Darwin** se simte obligat să diferențieze un tip special de selecție – **selecția sexuală**. **Alfred Wallace** are o gândire ceva mai profundă, cu accentuate rezonanțe semiotice. Un mascul frumos şi puternic este, în acelaşi timp, sănătos şi purtător al unor caractere viguroase. El va da naştere unor urmaşi sănătoşi, frumoşi şi puternici. Nu frumusețea în sine ar prezenta valoare biologică, ci celelalte calități, fizice, fiziologice şi genetice care însoțesc frumusețea. **Darwin** şi-a dat seama că, în timpul dansului nupțial, masculii sunt supuşi pericolului (atacului prădătorilor), astfel că tocmai aceste caractere n-ar avea valoare selectivă, deoarece nu aduc avantaje în lupta pentru existență. Un mascul viclean şi puternic poate supraviețui atacului duşmanului transmițându-şi caracterele sale, consideră **Wallace**.

După **Zahari** şi **Zuc**, citați de **D. Lestel** (2004), frumusețea ostentativă a unor animale apare mai degrabă ca semn al vigorii fizologice şi nu ca simptom al sensibilității

la artă.[5] Suntem de acord cu aceşti biologi, dar considerăm că, pe traiectoria evoluției, şlefuirea structurilor şi perfecționarea proceselor fiziologice se corelează cu dimensiunea estetică.

Dacă lucrurile stau aşa, atunci de ce unele animale sunt de-a dreptul hidoase? Monstruozitatea unor animale realizează o anumită culoare de protecție, aşa-numita **demonstrație.** Prin aspectul oribil al corpului, prin etalarea unor organe amenințătoare şi a unor culori de avertizare, aceste animale realizează o aşa-numită estetică a urâtului. În esență, tot despre un principiu estetic este vorba. Şi am putea spune că şi această formă estetică este bine realizată. Urmărind evoluția vieții pe parcursul erelor geologice, putem descoperi că reptilele au dezvoltat până la paroxism estetica urâtului.

Merită o atenție specială observațiile lui **D. Lestel,** după care raționalitatea animalelor este de acelaşi ordin cu raționalitatea pe care noi, occidentalii, credem că o privilegiem înainte de toate: o raționalitate instrumentală. Posibilitatea conform căreia comportamentele animalului se inspiră mai curând dintr-o raționalitate expresivă decât dintr-o raționalitate instrumentală, cum gândesc în general etologii sau oamenii care interacționează cu animalele, complică foarte mult situația.[6]

Ne întrebăm aşadar, din nou: putem avea acces la spiritul animalelor? Se pare că, pentru animal, corpul este spirit. „*Animalul exprimă; nu este de ajuns ca să exprime ceva. Raționalitatea expresivă are la bază necesitatea în care se află animalul de a arăta anumite comportamente pentru a ajunge la o stare dorită, de exemplu – pentru a fi recunoscut ca şef sau pentru a transmite intensitatea trăirii sale sau o emoție*".[7]

Deci, un animal transmite altui animal o stare emoțională prin forma, mărimea, culoarea sa, dar şi prin alte multiple aspecte pe care le etalează, de la frumusețe la hidoşenie. Astfel, nici unul din atributele corpului nu este întâmplător. Este ca şi cum un animal îşi transmite frica provocând frică şi celorlalte animale. În cazul păsărilor, un mascul îşi etalează splendoarea de culori de pe penajul său

în timpul dansului nupțial, pe care îl execută cu mare emoție, provocând trăiri afective intense şi celorlalte animale din jur şi chiar omului. Masculii de pasărea paradisului execută un dans nupțial amețitor. Aripile se arcuiesc, unduindu-se deasupra capului etalând penele într-un evantai superb, iar mişcările nervoase ale picioarelor au un ritm alert, pieptul este scos în față, bine nuanțat, se impune asemenea unui gladiator. Nu întâmplător se afirmă de unii specialişti că, în dansurile sale, omul a copiat păsările.

Nu putem concepe desfăşurarea unui dans nupțial decât într-un mediu social, decât în fața mai multor femele. La speciile poligame, masculul cucereşte un întreg harem. Etalarea masculilor se desfăşoară ca în fața unui juriu extrem de pretențios, format din cei mai mari specialişti în domeniu. Un astfel de juriu realizează selecția sexuală. Tindem să credem că **Darwin** a avut mare dreptate atunci când alături de selecția naturală, a hotărât, să diferențiere o formă specială de selecție – **selecția sexuală**. Este ca şi cum specia ar veghea la transmiterea genelor şi le-ar selecta pe cele mai viguroase. În joc nu este însă numai vigoarea, ci şi design-ul. Acesta din urmă pare a fi menținut în cadrul speciei printr-un mecanism special de selecție. Poate că tocmai selecția sexuală asigură evoluția funcției estetice în lumea animală.

Este oare corect să gândim că trebuie să urmărim dezvoltarea funcției estetice pe traiectoria evoluției vieții către om? La om, simțul estetic este, fără îndoială, cel mai dezvoltat. Este oare adevărat că, prin om, se ajunge la o frumusețe unanim acceptată? Sunt mulți oameni care numai frumoşi nu sunt.

Este drept că descoperi adesea copii, şi chiar adulți, de o frumusețe angelică, indiferent de rasa acestora. Este poate o interpretare omenească a frumuseții. În lumea păsărilor poți descoperi mult mai multe frumuseți, fiecare în felul său. Tot aşa în lumea fluturilor, a himenopterelor, a odonatelor sau a neuropterelor. Am putea continua şi am constata că, de fapt, în fiecare încrengătură ajungi să descoperi că frumusețea este la ea acasă. Funcția estetică

a viului se manifestă la nivelul fiecărui palier evolutiv. Şi ce dacă? Reprezintă aceasta o realitate, şi dacă reprezintă, ce valoare are? Poate că poartă semnificația împlinirii viului. Aşa cum lecția unui bun profesor nu trebuie să fie numai clară, bogată în conținut şi accesibilă, ci trebuie să aibă şi un anumit design, trebuie să atragă prin frumusețe, trebuie să stârnească emoția plăcută a cunoaşterii, tot aşa lecția vieții trebuie să ajungă la împlinirea funcției estetice.

NOTE

1. D. Lestel, 2004 – Originile animale ale culturii. Ed. Trei, îl citează pe Soren Kierkegaard, p. 184
2. Charles Hortshorne, 1973 – Born to sing: an interpretation and word survey of bird song. Bloomington, Indiana University Press
3. Payne Robert, 1995 – Among whales, New York. Dell Publishing
4. D. Lestel – opera citată, p. 213
5. Ibidem, p. 219
6. Ibidem, p. 214
7. Ibidem, p. 214

PRINCIPIUL CONTINUITĂȚII ŞI SEMNIFICAȚIA LIBERTĂȚII VITALULUI

Aristotel a încercat şi a reuşit să înțeleagă lumea în totalitatea sa. Mai mult decât atât, el a izbutit să conceapă o ierarhie a lucrurilor, o scară a lucrurilor, pornind de la cele inferioare către cele superioare. Lui **Aristotel** i se datorează introducerea **principiului continuității** în istoria naturală.

În primul rând, el şi-a dat seama că, la fruntarii, diferența dintre mineral şi organic este greu de realizat, că nu se poate face o separare tranşantă între neanimat şi animat, între plante şi animale şi între om şi animale. Cunoscând lumea vie, el a reuşit să surprindă faptul că o anumită ființă poate fi superioară alteia într-o anumită privință şi inferioară în alta, astfel că am putea realiza o serie liniară de organisme în care să urmărim creşterea gradată a perfecțiunii şi a armoniei.

După cum afirma **Aristotel**: „*Natura refuză să se conformeze dorinței noastre de a trasa linii clare de demarcație între serii, ei îi plac zonele crepusculare unde există forme care, dacă trebuie să fie clasificate, ar trebui să fie înscrise în două clase simultan*".[1]

Aristotel a conceput o scară cu unsprezece trepte, cu zoofitele la bază şi omul pe treapta superioară. Plantele au fost puse la bază, ca realizând trecerea de la regnul mineral la ființe vii, deoarece ele se limitează doar la puterea nutritivă, iar omul este situat la vârf, deoarece el este caracterizat prin rațiune. Scara nu se opreşte la om, ci urcă spre ființe mult superioare.

Gândirea lui **Aristotel** a fost preluată în Evul Mediu şi dezvoltată sub forma **Marelui Lanț al Ființelor.**[2] Conceptul Marelui Lanț al Ființelor se bazează pe principiile plenitudinii, continuității şi gradației. Din acest principiu, deducem că, fiecare verigă din acest mare lanț există pentru sine, şi nicidecum în avantajul altor verigi.

Pentru a realiza completitudinea seriei de forme, conform acestui concept gradația dintre ordinele de viețuitoare este atât de imperceptibilă, încât este imposibil

de trasat linii de demarcare care să le delimiteze. Trebuie să remarcăm faptul că acest concept a surprins atât de perfect principiul continuității între ființe, încât noțiunile de evoluție sau de progres biologic, intrinseci conceptului, nici nu mai sunt necesare.

Gândirea lui **Aristotel** este reluată şi în zilele noastre şi dezvoltată pe o spirală ascendentă. Pluralitatea vieții este concepută ca o scară ascendentă, însă, de data aceasta sunt urmăriți mai mulți parametri: sofisticarea formei, licărul sensibilității, dorința, capacitatea de mişcare, puterea de a acționa, reflecția conştiinței şi căutarea adevărului.

Mergând pe firul primatelor, **Darwin** căuta germenii inteligenței umane în lumea animală. Tot el a urmărit, până la elemente de mare subtilitate, exprimarea emoțiilor la om şi la animale. Şi în acest domeniu, continuitatea pare absolut firească.

Hans Jonas (1966) îşi îndreaptă privirea spre multiple aspecte care au o creştere ascendentă în scara lucrurilor.[3]

Sofisticarea formei ar reprezenta elementul de bază în urmărirea progresului morfofiziologic în lumea vie. Creşterea complexității structurale şi a specializării unor organe pentru realizarea anumitor funcții reprezintă o constantă, de la grupele inferioare către cele superioare. Aşa-zisa sofisticare a formei poate fi urmărită cu claritate în interiorul fiecărei încrengături, dar şi de la o încrengătură la alta, în fiecare regn. Astfel, evoluția aparatului circulator în seria vertebratelor este de-a dreptul spectaculoasă. De altfel, în seria moluştelor, evoluția aparatului circulator este şi mai interesantă. Se porneşte de la lacune celomice şi se ajunge la o rețea perfectă de vase capilare, asemănătoare cu cea a vertebratelor.

Licărul sensibilității cunoaşte aceeaşi creştere în seria grupelor de animale. Să ne gândim doar la evoluția ochiului în cadrul fiecărei încrengături de animale. La moluşte, de exemplu, se porneşte de la organe vizuale extrem de simple, de tipul unor pete ocelare, la Chaetodermomorpha şi Monoplacophora, ajungându-se la o structură extrem de complexă a ochiului, după tipul vertebratelor la Cephalopoda.

Dorința face parte din categoria parametrilor biologici urmăriți în principiul continuității. Această pretenție pare excentrică. Cum să urmăreşti creşterea dorinței în scara ierarhică a lumii vii? Despre ce este vorba? Trebuie să fie vorba de dorința de care vorbeşte **Lamarck**, şi anume de **dorința internă a organismelor spre progres**. Este o intuiție de geniu. Încercând să rezolve problema canalizării direcției evoluției, **Lamarck** consideră că organismele animale manifestă o tendință internă către progres. Această dorință tainică prinde contur din ce în ce mai accentuat în seria animală, pornind de la grupele inferioare către cele superioare. Ar fi greşit să credem că grupele inferioare ar fi lipsite de o astfel de dorință. Teoria sistemică probează faptul că mentalul şi dorința reprezintă caracteristici ale vitalului. Această dorință tainică nu trebuie însă confundată cu dorințele specific umane, deşi în fascicolul de raze care le conturează se amestecă şi tendința vitală de progres.

Capacitatea de mişcare a organismelor reprezintă, de asemenea, o caracteristică a vitalului. Dacă bacteriile, care se găsesc la limita de jos a vieții, au suficiente mijloace de mişcare în mediul pe care îl ocupă, dacă multe plante au modalități diferite de mişcare, în lumea animală mişcarea ajunge pe culmi superioare, indiferent de mediul în care organismele trăiesc. Oare ce trebuie să admirăm mai mult, viteza cu care rechinul spintecă apa, zborul amețitor al albatrosului, sau fuga năvalnică a ghepardului? Cât rafinament în aceste mişcări! Câte avataruri au suferit membrele respective şi câtă şlefuire morfofuncțională! Nici aici însă nu putem trage linii rigide de departajare. Cum s-a ajuns la piciorul calului, care prezintă cel mai „**prelucrat**" picior din lumea animală? **V. Covalevski** a uimit lumea ştiințifică atunci când a prezentat seria evolutivă a calului. A fost un adevărat spectacol al evoluției.

Puterea de-a acționa. De unde începe puterea de a acționa? Ce trebuie să înțelegem prin acțiune? Capacitatea de a acționa în vederea procurării hranei? Capacitatea de a asigura construirea unui adăpost sau de a cultiva ciuperci? Puterea şi capacitatea de a construi un

baraj pe albia unui râu, sau capacitatea de a cultiva ciuperci şi de a combate pe cale biologică unele ciuperci parazite intră în sfera puterii de acțiune. Avem posibilitatea să descoperim în lumea animală puterea de acțiune a omului. Trebuie doar să stabilim firul continuității, deoarece puterea de a acționa se întâlneşte şi în seria animală.

Reflecția conştiinței şi căutarea adevărului sună mult prea antropomorfic pentru a vorbi de o anumită continuitate. Reflecția conştiinței solicită deja un sistem nervos de tip superior, iar căutarea adevărului reprezintă o caracteristică umană, care ar trebui urmărită doar în continuitatea procesului de antropogeneză.

Un mod de a interpreta această scară trebuie să se orienteze tot mai mult spre caracterul distinct al experienței, a gradelor din ce în ce mai elaborate ale percepției lumii.

O altă cale, asemănătoare celei a gradului de percepție a lumii, este aceea a **libertății progresive a acțiunii**.

Corelarea şi intercorelarea acestor două aspecte, a percepției şi a acțiunii, a varietății şi adecvării percepției, a puterii şi a distribuției acțiunii, reprezintă o condiție esențială a studiului vieții. Ambele culminează în gândirea umană.[4]

Un aspect esențial pe care îl putem desprinde din această scară ascendentă a lumii este acela că „**oglindirea lumii**" devine din ce în ce mai distinctă, mai clară şi mai autoînțelegătoare.[5]

Pornind de la cea mai obscură senzație, indusă de fenomenul iritabilității, la partea cea mai de jos a lumii vii, oglindirea lumii vii reprezintă o realitate care se desprinde anevoie din ceața începutului, dar devine din ce în ce mai evidentă, până la imaginea oglinzii de cristal, unde percepția prin simțuri se topeşte în profunzimea gândirii.

Libertatea reprezintă, poate, cea mai subtilă condiție a vitalului. Principiul libertății, ce apare pentru prima dată în universul fizic în structurile vitalului, este străin sorilor, planetelor şi atomilor. Libertatea trebuie să fie un mod de existență al ființelor vii, un mod de a-şi exercita existența.

În forma sa elementară, prima apariție a acestui principiu semnifică străpungerea ființei către spectrul de posibilitate indefinit, care de aici se va extinde către cele mai îndepărtate frontiere ale vieții subiective.[6]

Misterul libertății ne este închis. Libertatea ne este respectată chiar şi de Dumnezeu. Ce este însă libertatea, sau, mai curând, în ce constă ea?

În magistrala sa carte, **Hans Yonas** (1966) consideră că: „*libertatea este însăşi tranziția substratului de la inanimat la animat, este prima manifestare a organizării materiei. Viața este pusă în act de o tendință existentă în adâncul ființei către acele moduri ale libertății spre care aceste tranziții deschid poarta*".[7]

Cu alte cuvinte, libertatea este constitutivă vieții, iar conceptul de libertate este necesar înțelegerii vieții în cele mai elementare dinamici ale ei.

Cu siguranță că libertatea a cunoscut o evoluție ascendentă pe scările ierarhice ale vieții. Libertatea trebuie cuplată cu riscul. Nu-ți poți oferi un grad de libertate oarecare fără să ştii că eşti pândit de un mare risc. Cu atât mai mare va fi însă izbânda libertății.

Libertatea a început să funcționeze din momentul în care materia organică şi-a permis riscul de a se desprinde de inanimat şi de a se avânta pe firul vieții, libertatea fiind darul firul esențial al vieții, pândit însă de fenomenul morții.

Libertatea substanțelor organice de a se avânta pe cărările vieții a fost asigurată de apariția primelor cicluri autocatalitice, amenințate însă de primejdia dezorganizării şi a morții.

Victoria vieții împotriva morții a fost asigurată de manifestarea capacității de autoregenerare a primelor rețele autocatalitice.

Asupra ființelor vii acționează permanent forțe autoorganizatoare şi autoregeneratoare. Libertatea acestora de a supraviețui nu putea fi asigurată decât prin apariția primelor bucle de conexiune inversă, prin care se contracarau acțiunile destabilizatoare ale mediului. **Apariția buclelor de feed-back a asigurat libertatea structurilor vitale în lupta cu moartea**.

Deseori, factorii de mediu acționează distructiv asupra organismelor. La rândul lor, acestea pot contracara acțiunile distructive ale mediului prin elaborarea unor mecanisme de răspuns. Executarea răspunsului trebuie controlată pentru a asigura adaptarea la mediu. Controlul răspunsului reprezintă conexiunea inversă, deci feed-back-ul.

Apariția buclelor de feed-back, deci a mecanismelor de autoreglare, ca o caracteristică a vieții, presupune existența unor blocuri de analiză şi comandă, care asigură analiza situației create şi dau comanda în vederea restabilirii echilibrului.

De fapt, apariția primelor bucle de feed-back înseamnă controlul asupra materiei organice, înseamnă întruparea minții în structurile rețelelor vitale autoorganizatoare şi autoregeneratoare.

Viața înseamnă avânt, libertate, minte şi dorința de a merge mai departe. Libertatea nu poate fi desprinsă de acea dorință internă de progres de care aminteam anterior.

Libertatea materiei organice de a porni pe cărările vieții a fost însoțită permanent de primejdia morții. Învingerea acesteia şi asigurarea nemuririi nu se poate realiza decât prin înmulțire.

August Weismann şi mulți alți biologi considerau şi consideră încă că organismele unicelulare sunt nemuritoare. Celulele se divid şi dau naştere celulelor fiice. Acestea continuă viața fără a lăsa în urmă cadavre. Nimic nu moare, iar viața continuă prin noile celule.

Aflată sub primejdia morții, structura precelulară vie nu se putea salva decât prin diviziune. Părțile rezultate înfruntau cu putere sporită primejdia morții, iar atunci când şi acestea ajungeau în impas, datorită creşterii somatice, realizau noi diviziuni. Pe bună dreptate considera **Gr.T. Popa** că: „*Viața este o formă agresivă, asimilatoare, care luptă prin reproducere împotriva degradării*".[8]

Pentru asigurarea nemuririi, libertatea vieții s-a asociat cu înmulțirea. Organismele unicelulare şi-au asigurat libertatea cuceririi planetei. Multe dintre celule s-au asociat

în colonii, pentru a trece cu mai multă uşurinţă peste capcanele întinse de mediu. Conjugarea acţiunilor în încercarea de a trece peste pragurile încercărilor reprezintă o soluţie preferabilă. De aici şi tendinţa unei specii de a forma colonii. Prin unire creşte puterea. Dorinţa internă către progres tinde spre pluricelularitate. Asumarea unui astfel de risc presupune îngemănarea vieţii cu moartea.

Fiinţele vii şi-au luat libertatea de a trece la pluricelularitate prin asocieri celulare.

Şi organismelor pluricelulare, asemenea celor unicelulare, le este proprie autoorganizarea şi autoregenerarea, acestea fiind caracteristici ale vitalului.

Trecerea de la unicelularitate la pluricelularitate reprezintă un câştig major pentru organism în ceea ce priveşte relaţiile cu mediul. Se asigură astfel o sporire semnificativă a libertăţii, însă pentru supravieţuire preţul plătit este considerabil.

Autoorganizarea şi autoregenerarea organismelor pluricelulare presupune înlocuirea periodică a unor celule, ceea ce **înseamnă moartea a generaţii şi generaţii de celule. Asocierea celulelor în vederea edificării unor organisme pluricelulare se face prin acceptarea pierderii nemuririi. Câştigul adus prin trecerea la pluricelularitate trebuie să fie enorm în unele aspecte ale vieţii, atâta timp cât cere un astfel de sacrificiu, adică acceptarea morţii.** Nu este vorba aici de diviziunea unor celule şi de formarea altor celule noi, care să continue firul vieţii, ci chiar de moartea reală a unor celule şi de înlocuirea lor cu altele. Moartea se realizează, de cele mai multe ori, prin sinucidere (apoptoză). Practic, celulele îmbătrânite se retrag din faţa celor tinere, în creştere. Nu este o luptă pentru existenţă între celule, cu eliminarea celor mai slabe, ci este vorba, mai curând, de un fenomen de altruism celular. **Oricum, pluricelularitatea a acceptat moartea în interiorul organismului.**

Odată cu trecerea la pluricelularitate, viaţa se îngemănează cu moartea. Mai mult decât atât, moartea devine o condiţie a vieţii, odată ce autoregenerarea unui organism pluricelular, condiţie esenţială a existenţei unei

ființe vii, nu se poate realiza decât prin înlocuirea unor celule cu altele. Celulele reprezentând un fel de parteneri care s-au asociat în vederea edificării unui întreg, ele trebuie să se sacrifice. Întregul reprezintă însă ființa care dăinuieşte mai mult sau mai puțin.

Viața este un act de regenerare ce introduce tensiunea lui „*a fi sau a nu fi*" în neutralitatea existenței cosmice. Practic, de aici începe libertatea.

Viața îşi asumă o poziție de independență riscată față de însăşi materia care este indispensabilă existenței. Viața îşi desprinde identitatea de cea a lumii fizice din care face parte şi totuşi, continuă să existe. În felul acesta, nonființa îşi face apariția în lume ca o alternativă întrupată în ființa însăşi.[9]

Ființa devine astfel suspendată în posibilitate, fiind o expresie a polarității pe care viața o poate manifesta în toate aspectele sale de bază: polaritatea ființei şi a nonființei, sine şi lume, formă şi materie, libertate şi necesitate. După cum putem observa, toate acestea sunt forme ale unei relații, ceea ce înseamnă că **viața, în esență, este relație.**[10]

Relația presupune însă o transcendență, o trecere dincolo de sine a acelei părți care menține relația. Dacă vom reuşi să demonstrăm existența unei asemenea transcendențe şi a posibilităților care o caracterizează, la însăşi baza vieții şi la orice formă prementală a ei, vom reuşi să arătăm că, de fapt, mintea este prefigurată în existența organică, aşa cum arată **Hans Jonas**:

„*Emancipată de materie, viața continuă să aibă nevoie de ea, liberă, însă sub constrângerea necesității, izolată dar în contact indispensabil, căutând contactul, dar în pericol de a fi distrusă de el şi amenințată de ceea ce doreşte, pusă astfel în pericol de ambele părți, şi de înstrăinare şi de potențială agresiune a lumii şi în echilibru pe o punte îngustă între cele două, într-un proces ce trebuie continuat şi care este supus interferențelor, purtându-şi temporalitatea sub amenințarea unui iminent sfârşit. Astfel îşi poartă viața existența sa separată față de materie. Paradoxală, instabilă, precară, finită şi în compania intimă a*

morții. Frica morții cu care existența este încărcată de la început, este un comentariu fără sfârşit asupra îndrăznelii aventurii inițiale, în care substanța s-a angajat, devenind organică. Prețul covârşitor al fricii pe care viața trebuie să-l plătească de la bun început şi care este constant, pe măsură ce viața îşi urmează traiectul ascendent către forme din ce în ce mai ambițioase, ridică problema sensului acestei aventuri şi, care o dată pusă, nu ne părăseşte niciodată.

Întrebarea asupra sensului vieții, pusă cel puțin pentru om, este destul de prezumțioasă ca aventura formei pe care o ia substanța în zorii vieții. Natura problematică a vieții capătă, după eoni de insistență, multă voce şi discurs. Cu asemenea întrebări trebuie să aibă de-a face filosofia vieții, faptele organice ale vieții, dar şi autointerpretarea vieții de către om. Trebuie să le interpreteze pe amândouă, existențială funcționând în ambele sensuri".[11]

Moartea s-a incubat şi în nivelurile ecologice superioare individului. Populația (specia), biocenoza şi biosfera se comportă asemenea indivizilor. Toate acestea sunt formațiuni vii, care prezintă integralitate şi cărora le sunt proprii autoorganizarea şi autoregenerarea. La nivelul populației (speciei), autoregenerarea se realizează prin naşterile şi morțile indivizilor. Nu putem concepe o specie formată doar din indivizi bătrâni sau numai din indivizi tineri. De asemenea, biocenoza îşi asigură autoregenerarea prin succesiunea speciilor, după cum şi biosfera se găseşte într-o veşnică autoregenerare. **Autoregenerarea presupune, ca o necesitate, existența morții.**

Longevitatea individului creşte odată cu creşterea libertății față de mediu. Pentru ca celulele unui metazoar să poată trăi cât mai mult, trebuie să fie scăldate de un mediu intern. Cu cât acest mediu reuşeşte să scalde mai bine celulele corpului, pentru a asigura schimbul de substanțe, cu atât mai mult creşte longevitatea şi gradul de libertate față de mediu. Un mediu intern constant, cu o homeostazie evidentă, asigură un grad sporit de libertate față de mediu.

Homeostazia mediului intern nu se asigură însă fără realizarea unor bucle de feed-back în circuitul substanțelor

şi al energiei în rețelele autoorganizatoare şi autoregeneratoare ale vitalului. Cu alte cuvinte, homeostazia solicită creşterea minții. **Mintea fiind întrupată în structurile vieții, ea va cunoaşte o creştere exponențială în trecerea de la organismele unicelulare la cele pluricelulare, pe de o parte iar, pe de altă parte, în funcție de realizarea unui mediu intern perfect circulabil, care să scalde celulele corpului.**

Două organe nedeterminate vor conduce la sporirea minții şi, corelativ, a libertății; este vorba de sistemul nervos şi de aparatul circulator.

De la o anumită organizare a sistemului nervos în sus, mintea trece în conştiință deschizând astfel limite nebănuite libertății.

Conştiința devine o dominantă a societății umane. **Mintea şi conştiința** deschid părțile creativității în drumul spre o libertate de nivel superior, iar creativitatea recuperează nemurirea ființei umane.

NOTE

1. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2001 – Origine, evoluție şi evoluționism. „V. Goldiş" University Press, Arad
2. Arthur, O. Lovejoy, 1997 – Marele lanț al ființei, Ed. Humanitas, Bucureşti
3. Jonas Hans, 1966 – The Phenomenon of Life. Toward a Philosophical Biology, A Delta Book, New York, p. 6
4. Ibidem
5. Ibidem, p. 8
6. Ibidem
7. Ibidem
8. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2001 – opera citată, p. 45
9. Jonas Hans, 1966 – opera citată, p. 4
10. Ibidem
11. Ibidem, p. 5

DIMENSIUNILE BIOSEMIOTICE ALE VIEȚII

VI. BIOSEMIOTICA - UN NOU MOD DE A INTERPRETA VITALUL

Semiotica sau **semiologia** se ocupă cu studiul funcției semnelor şi simbolurilor în comunicarea umană, atât în limbaj cât şi în ceea ce priveşte comunicarea nonlingvistică (**Clarke David. S.**[1], 1987, **Hawking S.A.**[2]**,** 1988, **Sebeok T.A.**[3]**,** 1975).

Semiotica a fost fundamentată de către **Ferdinand de Saussure**[4] şi **Ch.S. Pierce**[5].

Pentru **Saussure,** "*ştiința*" semnelor, sau semiologia, urma să fie o ramură a psihologiei sociale, iar lingvistica o direcție a acestei ramuri. Semiotica s-a combinat cu structuralismul pentru a explora generarea scrisului în limbaj şi alte sisteme de semnalizare, dar şi pentru a accentua natura convențională a acestui proces.

Jakob von Uexküll (1981) a introdus şi dezvoltat noțiunea de **Umweltsforschung,** termen care se referă la lumea fenomenală a organismelor, la universul din jurul nostru, aşa cum îl percepem noi.[6]

Fiecare acțiune, care constă din percepție şi operare, îşi imprimă înțelesul asupra unui obiect care până atunci nu avea nici o valoare, introducându-l într-o lume a înțelesurilor subiective, în respectivul **Umwelt.** Pentru a înțelege sensul noțiunii de **Umwelt,** am putea apela la semnificația biblică a numirii plantelor şi animalelor de către Adam. Acestea au putut pătrunde în universul cunoaşterii umane doar în urma "*botezării*" lor de către Adam.

Lucrurile nu au valoare în sine, ci doar valoarea legată de subiectul care le valorizează. Subiectul este cel care descoperă calitatea sau esența unui obiect, în funcție de care acesta capătă o anumită valoare. *Latimeria chalumnae,* deşi cunoscută de mulți pescari, nu a stârnit nici un interes, deoarece pentru ei valoarea peştelui era apreciată doar ponderal şi pe cale degustativă.

Konrad Lorenz a fost inspirat de **Uexküll**, **etologia** constituind următorul pas în semiotizarea naturii. **Etologia** a devenit ştiința aplicativă a termenului de **Umwelt**. **A. Sebeok** a fost primul care a afirmat că etologia:"*nu este nimic altceva decât un caz special de semiotică diacronică*".[7] Tot el a introdus termenul de ***"zoosemiotică"***, pentru a desemna studiul comportamentului simbolic la animale. Ulterior, etologia s-a ramificat în studiul comunicării animale şi sociobiologice.

Conform gândirii lui **Charles Sanders Peirce** (1982), semiotica trebuie înțeleasă ca teoria semnelor şi a proceselor mediate de semne în diferite sisteme, fie ele naturale sau culturale. **Peirce** consideră că relația de semnificare este triadică, fiind formată dintr-un **representamen** - forma pe care o ia semnul, un **obiect** - la care se referă semnul şi un interpretant, adică, în sens larg, **sensul semnului**.[8] Faptul că, în sens restrâns, interpretantul este raportul paradigmatic dintre un semn şi un altul, deci este şi el un semn care, la rândul său, are un **interpretant**, deschide ideea de "*semioză infinită*". Acest tip de abordare, care nu restrânge diversitatea semnelor la mediul de funcționare a semnului lingvistic, nici nu separă frontal limbajul uman de cel natural, face posibil un nou tip de demers, care situează limbajul uman în vârful piramidei evolutive a limbajul natural. În acest sens, tentativa de unificare pe care se construieşte acest capitol este de a identifica originea limbajului cu cea a vieții şi de a căuta această origine în universul în care viața s-a născut.

Biosemiotica este ştiința care se ocupă cu studiul semnelor, comunicării şi informației în organismele vii.

Semnificația, caracteristica esențială a vieții, realizează legătura profundă dintre biologie şi semiotică. Informația biologică nu este cantitativă, este inseparabilă de context şi trebuie interpretată pentru a funcționa. Din acest punct de vedere, sistemele vii interpretează informația. Ele răspund unor diferențe specifice din mediul care le înconjoară. Pe baza acestor premize, anumite analogii din sfera comunicării umane ar putea explica comportamentul intențional al sistemelor vii. În consecință,

orice teorie care încearcă să descrie dinamica sistemelor vii din perspectivă comunicațională, de exemplu semiotica, ar trebui să considere informația o categorie subiectivă.

Potrivit lui **Gregory Bateson** (1955) informația este: "*o diferență care diferențiază pentru cineva*".[9] Or, în această definiție, informația este inseparabilă de subiectul care îi acordă sens. În acest fel, însă, trebuie abandonată ideea de informație ca entitate măsurabilă în unități sau biți (gene).

Odată cu descoperirea moleculei de ADN şi a codului genetic, a devenit evident că procesele semiotice există şi la nivel biochimic, putându-se vorbi astfel şi despre o endosemiotică, alături de exosemiotica promovată de **Thomas A. Sebeok** (1989).[10] În 1973, **Roman Jakobsen** (1979)[11] a demonstrat că limbajul uman şi codul genetic au proprietăți comune, amândouă bazându-se pe principiul dublei articulații.

În prezent, se consideră că viața se bazează pe un cod dual: digital/analogic, corespunzător informației genetice stocate în molecula de ADN, respectiv construcției realizate prin interpretarea acestei informații de la celule la organism. Altfel spus, codul genetic este deci setul de axiome pe baza cărora se scrie tratatul de geometrie al organismului.

O înțelegere mai profundă a acestor fenomene nu poate fi decât o cunoaştere semiotică. Procesele celulare sunt procese chimice, dar ceea ce le diferențiază de procesele chimice ale lumii nevii este faptul că ele sunt organizate ca răspuns la nevoia unei semioze mereu în schimbare.

Niels Jerne (1984) a folosit teoria competenței lingvistice a lui **Noam Chomsky** (1979) pentru a explica modul în care sistemul imun generează diversitatea anticorpilor, în aşa fel încât repertoriul imun să fie capabil să recunoască orice antigen. După **Chomsky** (1968), capacitatea înnăscută de a construi fraze se realizează printr-un proces guvernat de regulile de generare a structurii superficiale a frazelor, pornind de la structura lor profundă. Acest aspect s-a dovedit a fi extrem de relevant

pentru problemele biologice. În lucrarea sa "**Gramatica generativă a sistemului imun**", **Jerne** a făcut o analogie între limbaj şi sistemul imun.[12] El a considerat regiunile variabile ale anticorpilor (prin care antigenele sunt recunoscute) ca fiind fraze, şi nu cuvinte. Imensul repertoriu imun nu este, aşadar, un vocabular, ci o colecție de fraze, specificate de anticorpi, capabile să recunoască parțial sau total orice frază specificată de antigene. Structura profundă este în acest caz acel număr limitat de gene care, prin reguli de combinare şi mutații, generează repertoriul de anticorpi, fiecare anticorp purtând cu el propria lui frază moleculară. În felul acesta, sistemul imun generează în interior anticorpi capabili să recunoască orice moleculă de antigen, chiar fără ca să o fi întâlnit vreodată, creând astfel o imagine internă a lumii exterioare. Pentru contribuția sa ştiințifică, **Niels Jerne** a primit premiul Nobel pentru medicină şi fiziologie în 1984.

Conform teoriei matematice a informației, informația este o unitate obiectivă măsurabilă, este proprietatea unui anumit obiect. Prezumția implicită este că ideea de informație biologică este de acelaşi tip cu informația matematică. Informația biologică este proprietatea obiectivă a unei molecule aşa-zis informaționale precum ADN, ARN sau proteine.

Atunci când biologii şi fizicienii vorbesc despre informație, ei se referă la lucruri diferite, prezentând aspecte informaționale diferite ale aceluiaşi obiect. Din punct de vedere fizic, molecula de ADN poate avea o structură elicoidală, simetrică, regulată etc., în timp ce, din punct de vedere biologic, structura sa informațională este cu totul alta. Biologii gândesc informația în limbaj cotidian, deoarece ea serveşte unui anumit scop într-un sistem biologic, măcar pentru a permite supraviețuirea acestuia, dacă nu şi pentru altceva.

Ideea că informația biologică este inseparabilă de contextul său şi că ea trebuie interpretată (decodificată) pentru ca să funcționeze domină gândirea noastră. Informația genetică este un mesaj ce trebuie citit, bine înțeles şi interpretat. Mesajul moleculei de ADN şi construcția

unui organism nu reflectă o relație simplă sau simplistă. ADN-ul specifică secvența aminoacizilor într-o proteină, totuşi, felul în care lanțul de aminoacizi se asamblează într-o moleculă proteică tridimensională nu este specificat.

Nu este complet specificat nici felul în care proteinele nou sintetizate trebuie să fie amplasate la locul cuvenit, în arhitectura complexă a celulei, dar nici momentul şi nici modul în care, într-un organism multicelular, acestea se divid, se diferențiază sau migrează în procesul de embriogeneză.

Richard Lewontin (1972)[13] a afirmat că ADN-ul nu se reproduce, nu face deci nimic, iar organismele nu sunt determinate în mod direct de el.

O critică mai extinsă a informației biologice centrate pe ADN este avansată de adepții teoriei sistemelor în dezvoltare (developmental systems theory). Totul se centrează asupra unui fapt crucial: ADN-ul nu conține cheia propriei sale interpretări, într-un fel această moleculă este ermetică. Interpretul mesajului ADN este scufundat în citoscheletul oului fertilizat şi în embrionul în creştere, care este produsul unor miliarde de habitusuri moleculare (molecular habits) succesive în evoluția celulelor eucariote.

Procesele celulare sunt, desigur, procese chimice, dar ceea ce le diferențiază de alte procese chimice este felul în care se desfăşoară reacțiile în jurul membranelor intracelulare, realizate în timpul evoluției, adaptate unor necesități semiotice dinamice de semnificare.

În secolul nostru, ştiințele vieții s-au angajat în ceea ce **Claus Emmeche** (2002) a numit semiotica spontană.[14] Ea implică existența comunicării la toate nivelurile naturii vii, în general, se obțin şi reflecții, dacă aceasta implică necesitatea căutării unui nivel mai profund în spatele acestui tip de comportament, odată ce adepții T.S.E. caută să explice toate nivelurile biologice prin procesele produse la nivel molecular. Această tendință revizionistă în biologie blochează dezvoltarea unei teorii biosemiotice în evoluție.

Să explici viața ca nimic altceva decât ca molecule care interacționează înseamnă să laşi în afară întreaga ei

complexitate, pe care semioticienii se străduiesc s-o scoată la iveală, şi anume dimensiunea semiotică.

Prigogine şi **Stenger** consideră că trebuie să înțelegem lumea noastră ca fiind lumea care ne-a produs. Dacă teoriile fizice explică natura ca pe un lucru stupid (cu o desfăşurare absolut întâmplătoare), cum a putut fi capabilă o astfel de natură să creeze tot ceea ce există? Creativitatea nu poate să apară într-o lume noncreativă.[15]

Prigogine a arătat că, în aşa-numitele structuri disipative, sisteme aflate departe de echilibru, ordinea poate să apară spontan din dezordine. Universul nostru este, aşadar creativ în mod intrinsec.

Problema esențială este următoarea: cum au putut sistemele prebiotice să dobândească putința de a traduce diferențele din mediul lor în structuri coerente?

Condiția necesară şi suficientă ca un sistem să ia decizii în acest sens este dezvoltarea unui sistem de autoreferință bazat pe un cod dual (reinterpretările continue digital-analogic ADN-celulă de-a lungul generațiilor), ceea ce presupune crearea unor agregate moleculare complicate, suprastructurate.

În forma sa cea mai simplă, biosemiotica a apărut odată cu procesul care a creat primele ființe vii pe Pământ. De la acest început fragil al biopoesei a fost introdusă o dinamică evolutivă, datorită căreia, de-a lungul timpului, organismele au devenit capabile să utilizeze interacțiuni din ce în ce mai sofisticate. Deci, aspectele semiotice ale proceselor materiale şi-au dobândit, în mod gradat, o autonomie crescândă şi au creat astfel o şi mai complexă **semiosferă** care, în final, după 3,5 miliarde de ani, are capacitatea să creeze sisteme semiotice precum gândirea şi limbajul, care depind într-o infimă măsură de lumea materială din care au derivat, devenind autonome (**Deely Y. Jhon**, 1988).[16]

Evoluția are loc în teatrul ecologic, de aceea evoluția unei specii trebuie urmărită în strânsă corelație cu cea a speciilor cu care vine în contact. Este vorba deci de o co-evoluție.

Teoria Sintetică a Evoluției nu a reuşit să integreze comportamentul comunicativ semiotic al animalelor în schemele sale explicative. Considerând comunicarea o simplă transmitere a unor semnale (cum ar fi genele), s-a favorizat genetica cantitativă, cu subestimarea gravă a componenței interpretative sau semiotice. Speciile nu trăiesc izolat, ci se găsesc într-o continuă interacțiune: o interacțiune semetică. Semnalele transmise de o specie sunt recepționate şi interpretate de o altă specie.

Iepurii ştiu că vulpea obişnuieşte să nu-i vâneze dacă a fost văzută. În această situație, iepurele îşi dezvoltă obişnuința de a arăta vulpii că a fost văzută.

Organismele nu îşi creează numai o nişă ecologică, ci şi o nişă semiotică. Pentru a supraviețui, ele trebuie să fie capabile să utilizeze un set de semne vizuale, acustice, olfactive, chimice etc.. Este pe de-a întregul posibil ca adaptarea la cerințele semiotice să fie hotărâtoare pentru succes. Între specii se formează o rețea semiotică în funcție de care biocenoza prinde contur. Dinamica evoluției trebuie să asigure o înțelegere adecvată a rețelelor semiotice operative la nivelul ecosistemelor.

În relația dintre iepuri şi vulpi se naşte un fel de mutualism. O asemenea situație presupune existența unui univers interpretativ comun, sau a unui motiv comun. Motivul semiotic într-un ecosistem poate fi asemuit unui motiv muzical dintr-o simfonie.

Discursul semiotic reprezintă o ordine simbolică care conectează subiecții într-un univers comun lor. În comportamentul lor, speciile nu emit doar cuvinte sau fraze separate, ci realizează un discurs semiotic.

Cât este de extins acest proces de cooperare în natură?

Se pare că există un depozit inepuizabil de modele semiotice interactive, care se desfăşoară la toate nivelurile de complexitate, de la celule la țesuturi şi până la ecosisteme.

Geneticienii şi histologii, şi chiar imunologii, n-au învățat să surprindă existența unui discurs semiotic care funcționează între celulele unui organism.

Probabil că evoluția este cel mai tare dependentă de structurile discursului ecosemiotic, la fel cum este de influențată de constrângerile de dezvoltare, de condițiile de mediu.

Deşi cei mai mulți biologi consideră că mutualismul simbiotic este un caz excepțional, fără nici o importanță generală în teoria evoluției, mutualismul semiotic, implicând un echilibru delicat al interacțiunilor dintre multe specii (un echilibru interactiv), este mult mai extins.

Analizând natura într-un astfel de context, ne dăm seama că fitness-ul oricărei modificări comportamentale la o specie va depinde de întregul sistem semiotic. Granița dintre organism şi mediu tinde să se dizolve.

În analiza integralității sistemelor biologice trebuie să se țină seama şi de nivelul structurilor discursului ecosemiotic. Acest tip de analiză este interesantă în mod special în cazul în care experiența şi învățarea sunt integrate într-un model interactiv, aşa cum întâlnim la multe specii de păsări şi mamifere, şi nu numai. Învățarea se înscrie în procesul evolutiv, aşa cum este cazul culturii umane. Învățarea este însă un proces comun tuturor animalelor, având paliere caracteristice fiecărui grup. Se poate specula ideea că poate tocmai arhitectura discursului ecosemiotic ar trebui învățată pentru a putea supraviețui şi evolua. Arhitectura discursului ecosemiotic trebuie să fie foarte complexă la speciile care mimează.

Credem că evoluția nu doar maximizează complexitatea şi conținutul informațional, probabil că maximizează şi interacțiunile semiotice şi chiar libertatea semiotică.

Cu cât individul sau specia va înțelege mai bine discursul ecosemiotic, cu atât libertatea devine mai mare şi cu cât discursul ecosemiotic devine mai complex, se naşte un grad de libertate mai mare față de mediu. Cu cât evoluția favorizează stabilirea unor modele interactive din ce în ce mai rafinate, cu atât ea tinde să deschidă calea pentru o multitudine de interacțiuni fizice între specii.

Trebuie să înțelegem că relațiile simbiotice (cu toate nuanțele lor) nu sunt doar întâmplătoare, ci constituie, mai curând, un fenomen larg răspândit în semiosferă.

Libertatea semiotică, o caracteristică a vitalului, este o proprietate emergentă, ce trebuie analizată în legătura cu nivelul adecvat. Astfel, libertatea semiotică a celulei descreşte atunci când celulele se asociază şi formează o colonie sau un individ pluricelular. Ecologia somatică a corpului libertatea celulelor individuale, însă la nivelul organismului ea reprezintă un câştig enorm de **libertate semiotică.** Cum ne-am putea explica altfel diferențierea unor celule cvasiasemănătoare şi formarea unor țesuturi atât de diferite? Prin diferențierea țesuturilor sale, organismele multicelulare au dobândit o capacitate mult mai mare de a procura şi comunica informații, în sensul că poate să manipuleze porțiuni mai mari ale mediului, atât în timp cât şi în spațiu sau, pentru a utiliza spusele lui **Jacob Exküll** (1981) Umwelt-ul a crescut.[17]

Desprindem un aspect de joc (ludic) în procesul evolutiv, aspect umbrit însă de atenția unilaterală acordată selecției. După dicționarul nostru simbolic, jocul este o activitatea al cărei înțeles se găseşte în ea însăşi. Ceea ce este caracteristic jocului, spune **Gregory Bateson** (1999), este faptul că el reprezintă o soluție pentru acele contexte în care actele care îl constituie au alt tip de relevanță decât cea pe care ar fi avut-o într-un non-joc.[18] **Bateson** sugerează definiția jocului ca fiind stabilirea şi exploatarea unor relații, opuse ritualului, care duc la întărirea relației. Astfel, în măsura în care natura este implicată într-o explorare deschisă, nestabilizată, a relațiilor dintre sisteme, la diverse niveluri de complexitate, ea manifestă de fapt un comportament de tip ludic. Este tot atât de legitim să vorbeşti despre jocul naturii ca şi despre selecția naturală. De altfel, selecția naturală trebuie explicată. Selecția naturală are loc fără selector şi fără principii de selecție, atâta vreme cât evoluția organică nu are nici o direcție privilegiată.

Aşa cum afirmau **Depew** şi **Weber**,[19] selecția naturală la nivel individual şi noțiunea de fitness utilizată

pentru măsurarea sa se află la limita haosului. Fitness-ul unor organisme nu este în mod necesar şi nici măcar probabil îmbunătățit prin superioritatea unui singur caracter.

Noțiunea de fitness este dată pentru un fenomen emergent, care nu poate fi redus la părțile sale constituente, deoarece acestea se găsesc în multiple interrelații. Relația caracter - fitness nu este lineară, ea reprezentând proprietatea întregului sistem. Orice genă îşi manifestă expresivitatea şi penetranța în raport cu celelalte gene ale genotipului. De aceea, participarea genei la realizarea unui anumit fenotip este dată de întreaga constelație de gene a genotipului.

Atunci când afirmăm că viața şi selecția naturală au apărut pe Pământ, trecem deja din sfera fizicii în sfera comunicării şi a interpretării.

În această sferă, dinamica evoluției s-a schimbat şi a început să devină individualizată, astfel încât fiecare mică secțiune a acestei istorii a devenit unică; din această cauză, nu se poate formula nici o lege care să acopere întregul proces. Evoluția organică a devenit mai curând o poveste decât o lege, un discurs semiotic de mare anvergură. Evoluția organică are un caracter mai mult narativ decât legic.

Viața este un fenomen complex, iar apariția şi evoluția ei sub raport informațional reprezintă o poveste mai mult sau mai puțin nesfârşită, astfel că frazele codului informațional sunt mult prea fragmentare pentru a înțelege povestirea prin citirea lor. Discursul ecosemiotic este deosebit de complex şi conține în el elemente de joc.

Selecția aşează lucrurile, fixează comportamente, morfologii sau genotipuri, oprind astfel jocul, dar permițând începerea unor noi jocuri.

Jocul este întâlnit la tot pasul în lumea vie.

În urmă cu 50 milioane de ani, o specie de furnică a intrat în interacțiune cu o specie de fungi. Ca urmare a selecției naturale, s-a conturat un procedeu de creştere a fungilor de către furnici. Jocul natural a continuat să exploreze acest model de interacțiune semetică, acest motiv ecosemiotic. Dacă ne gândim că, pornind de la o

specie, s-a ajuns la un număr de peste 200 de specii de furnici care cresc ciuperci, putem înțelege rolul jocului şi a motivelor ecosemiotice în evoluție.

Speciile mai evoluate de furnici au devenit atât de specializate încât nu mai pot supraviețui fără varietatea specifică de fungi. Se pare că aici selecția naturală a închis jocul.

Tot aşa, furnicile au învățat să crească afide, pe care le folosesc asemeni unor vaci. "*Vacile furnicilor*" le furnizează acestora excremente dulci, de care furnicile devin dependente. Şi în acest caz, pentru unele specii de furnici, jocul a devenit închis.

Creşterea libertății semiotice trebuie să orienteze influența forțelor selective la un nivel mai înalt. Cu cât vor exista mai multe interacțiuni semiotice interspecifice, cu atât aspectul de joc va prevala celui selectiv de la acest nivel, ştiut fiind că o interacțiune semetică complexă produce o ambiguitate a fitnessului.

Atunci când organismele sunt cuprinse într-o rețea de relații semiotice complexe, fiecare comportament nou dobândit poate fi contracarat sau integrat pe numeroase căi. De aceea, s-a sugerat ca, în loc de fitness genetic, evoluționiştii să dezvolte conceptul de fitness semiotic.

De fapt, fitnessul depinde de relațiile care se potrivesc numai într-un anumit context. Genele se potrivesc numai unui anumit mediu sau se poate spune că un anumit mediu se potriveşte anumitor gene, deoarece capacitatea sa dinamică s-a adaptat resurselor genotipice oferite lui.

Dacă genotipurile şi envirotipurile constituie contextul în care fitness-ul ar putea fi măsurat, ar trebui să discutăm despre fit (potrivire, optimizare) în complexul său relațional.

Discursul eco-semiotic stă la baza relațiilor dintre specii. Teoria speciației, prin recunoaşterea proteinelor, ar trebui să ia în considerare dimensiunea semiotică a relațiilor intraspecifice. Din punct de vedere semiotic, ideea recunoaşterii proteinelor, dar şi o mulțime de alte interacțiuni cu mediul, ar putea influența modelul reproductiv. Dansul nupțial al unei păsări este, cu siguranță,

un motiv eco-semiotic. Totuşi, acesta ar putea să nu fie recepționat corect de femelele provenite dintr-un alt mediu. Speciația simpatrică ar putea fi obținută printr-un număr de bariere pur semiotice, astfel încât semiotica ar putea deține cheia originii unor specii.

Procesul selectiv presupune existența unei interpretări, iar interpretarea presupune existența unui subiect care trebuie să interpreteze.

Ideea de semiotică a fost acuzată de vitalism. Considerăm că, dimpotrivă, excluderea dimensiunii semiotice a vieții favorizează vitalismul.

Asemenea biologiei tradiționale, biosemiotica se confruntă cu aceeaşi problemă ontologică, şi anume problema explicării modului în care au apărut suprafețele codante în natura fără viață.

Diferența dintre biosemiotică şi biologie se află în consecințele procesului codificării care ar trebui extrase în procesul codării. Potrivit concepției biosemiotice, viața a fost de la început suspendată într-un număr de semnificații şi chiar dacă structura celulelor sau a organismelor este descriptibilă în termeni pur biochimici, aceasta nu ne ajută să înțelegem aceste structuri din moment ce ele s-au dezvoltat de-a lungul a miliarde de ani sub logica directoare a interacțiunilor semiotice. Ordonarea semiotică a chimiei deține cheia funcției acestei chimii. În acest sens, şi numai în acest sens, viața este un fenomen ireductibil.

După cum consideră **Jasper Hoffmayer** (1996), unificarea modernă a biologiei ar trebui să se bazeze pe natura fundamental semiotică a vieții.[20]

Biosemiotica demonstrează faptul că animalele fac schimb de informații cu semenii din aceeaşi specie şi chiar din specii diferite. Ele schimbă informații despre ceea ce simt şi despre ceea ce au de gând să facă. Dacă vom încerca să echivalăm comunicarea cu limbajul, care este specific doar omului şi unor mamifere superioare (poate!), atunci suntem cu siguranță pe o cale greşită. Pare să nu existe animal care să nu-şi trădeze frica, să nu lanseze semnale de amenințare sau să nu-şi manifeste plăcerea. O amoebă tinde către hrană sau se retrage din fața unei

substanțe nocive (care reprezintă o amenințare). Deci amoeba percepe mediul în felul său. Nu ar putea să supraviețuiască dacă n-ar avea această posibilitate. Nu putem însă să afirmăm că amoeba îşi trădează teama în fața unui pericol sau bucuria când întâlneşte hrana preferată. Astfel de trăiri nu le vom putea percepe în mod real niciodată. Am putea însă măsura graba cu care se retrage din fața unui pericol sau „**iureşul**" cu care se îndreaptă către hrana preferată. Este ca şi cum amoeba ar „**gusta**" lumea, ar înțelege ce există în jurul său şi s-ar comporta în funcție de ce este bine şi de ce este rău. Deşi solitare, amoebele nu trăiesc singure. Ele formează populații mai mici sau mai mari în mediul în care se găsesc, sau cel puțin demuri, ceea ce presupune, în mod obligatoriu, un schimb de informații, un schimb de semnale. De ce natură? Poate de natură chimică. Animalele subumane îşi manifestă prin țipete frica sau amenințarea. Cheamă semeni în ajutor sau caută să impresioneze prin violența (tăria) semnalelor lansate pentru amenințare.

Dyctiostelium mucuroides se găseşte la nivelul de organizare al unei amoebe. Indivizii sunt solitari şi trăiesc cu sutele de mii pe pământul umed şi bogat în substanțe organice moarte, particulate. Deşi indivizii sunt solitari, aceasta nu înseamnă că între celulele izolate nu există schimb de informații. Indivizii sunt izolați, dar simt că trăiesc într-o comunitate. Depărtarea dintre celule nu este atât de mare încât acestea să nu mai poată comunica între ele. Un astfel de mod de a gândi pare accentuat antropomorfic. Realitatea ne probează că nu este aşa. Dacă una dintre celule sesizează că mediul a devenit impropriu, că nu mai poate asigura condiții de supraviețuire (ca urmare a schimbării bruşte a temperaturii, a lipsei de apă sau de hrană), ea lansează imediat un semnal de alarmă.

Acest semnal poate fi asemănat cu un strigăt puternic de chemare pentru semeni. O dată lansat în eter, strigătul este auzit, iar semenii răspund în mod adecvat. Ei trebuie să se adune şi să facă față situației. Desigur, nu este vorba de un strigăt (un SOS sonor). Şi totuşi, un SOS real este lansat pe cale chimică. Semnalul de alarmă şi de adunare

în vederea evitării pericolului este dat prin sinteza unei substanțe chimice, o acrasină. Informația nu depinde de natura substanței. Ceea ce contează este conținutul său, sensul şi succesiunea logică a elementelor informaționale. Dacă gâştele au salvat Roma de primejdia năvălitorilor prin semnale sonore, *Dyctiostelium mucuroides* îşi salvează populațiile prin semnale chimice. Valoarea semnalelor contează în recepționarea şi codificarea corectă a informațiilor. Oamenii pot semnala apropierea unor oşti străine prin folosirea focurilor, a altor semnale luminoase sau a sistemului morse, prin mesaj telefonic sau prin televizor, în funcție de posibilități. Înțelegerea mesajului contează la fel ca şi interpretarea lui corectă.

Ființele vii schimbă informații între ele despre ceea ce sunt sau despre ceea ce au de gând să facă. Comunicarea nu este doar verbală, nu înseamnă doar folosirea unui limbaj, există şi o comunicare non-verbală, chiar şi în cazul omului.

Este adevărat că limbajul este mult mai complex decât comunicarea animală. Limbajul ne conduce la ceea ce înseamnă raționalitatea animală. Putem vorbi de raționalitate la animale? Înainte de a formula un răspuns, trebuie să ne întrebăm dacă avem o raționalitate suficient de dezvoltată astfel încât să ne permită descoperirea unei eventuale raționalități animale.

Biosemiotica deschide calea către descifrarea comunicării în lumea vie, căci nu trebuie să ne limităm a vorbi de comunicare doar în lumea animală. Comunicarea trebuie să fie un atribut al vitalului. Viața se manifestă prin indivizi, iar aceştia nu pot exista fără a avea capacitatea de comunicare.

Biosemiotica ne relevă faptul că organismele vii comunică între ele, că această comunicare este destul de complexă şi că până acum a fost subestimată. Comunicarea este deosebit de complexă şi se poate realiza printr-o multitudine de mecanisme, cele mai multe fiind non-verbale.

Gregory Bateson (19992) deosebeşte trei niveluri diferite de comunicare:[21]

- denotativ (aparent simplu) – Pisica este pe covoraş.
- metalingvistic – Cuvântul „pisică" nu zgârie.
- metacomunicațional – Să vă spun unde găsiți o pisică era un gen prietenesc.

Comunicarea denotativă reprezintă o informare directă, un semnal care reflectă o realitate.

Distanța de la semnal la limbaj este mare. Limbajul foloseşte semnale care devin semnale despre semnale. Cuvântul „pisică" este un semnal despre pisică, însă nu are acelaşi efect ca pisica însăşi. Aceasta reprezintă nivelul metalingvistic.

Muşcătura unui animal reprezintă un semnal, un pericol şi provoacă o reacție de apărare. Muşcătura poate fi considerată ca un model de comunicare denotativă. Ar putea avea muşcătura şi o altă conotație ca semnal biologic? În mod normal nu, însă dacă partenerii se înțeleg pot da altă semnificație unui astfel de semnal. Muşcătura poate pierde funcția de avertizare cu condiția de a nu fi aplicată întocmai, în mod natural, însă acest lucru trebuie să fie bine stabilit între parteneri. O dată stabilit, el funcționează şi capătă statutul de comunicare **metacomunicațională**. Dialogul semiotic funcționează în mod perfect şi subtil între parteneri, astfel că un semnal natural cu funcții bine stabilite în cadrul speciei va fi deturnat şi folosit în alt scop.

Jocul nu se poate desfăşura dacă nu există metacomunicare între indivizi, prin care aceştia se pot pune de acord în vederea stabilirii principiilor jocului. Muşcatul ludic presupune existența muşcăturii fără ca aceasta să se desfăşoare natural, ceea ce înseamnă că în joc semnalele au altă valoare. În joc, nu numai că muşcătura este fictivă, dar ea capătă altă semnificație. Este ca şi cum prin joc animalele s-ar desprinde de existența reală şi ar trece pe alt palier comunicativ. Dacă muşcătura nu reprezintă o sancțiune în joc, atunci un anumit gest poate căpăta o funcție de amenințare. Pumnul strâns poate servi la o lovitură în luptă, însă numai vânturarea pumnului strâns în aer poate semnala o intenție de aplicare a unei sancțiuni.

Este ca şi cum animalele ar fi capabile să folosească anumite metafore. Se întâmpla adesea ca mama unui animal să-şi imite puiul în gesturi sau în emiterea unor semnale. Comportamentul capătă aspectul folosirii unei metafore atunci când imitarea copilului se realizează în faţa unui congener pentru a-şi atrage anumite favoruri.

Gregory Bateson descoperă un comportament deosebit de complex şi de subtil la lupi.[22] Şeful haitei îşi surprinde rivalul în timpul împerecherii cu o femelă. Ar fi putut să-i aplice o corecţie exemplară deoarece rivalul este blocat. Nu a procedat astfel, dar nici nu l-a lăsat să creadă că nu l-a văzut şi că nu cunoaşte rivalităţile. S-a mulţumit să-i plece capul de patru ori ca o observaţie cu multe subînţelesuri. A fost acesta un dialog semiotic? Cu siguranţă că da, şi mai mult decât atât. Acesta a fost un comportament metacomunicaţional.

Gregory Bateson surprinde un astfel de comportament, însă consideră că la mamiferele non-umane comunicarea se referă la regulile şi hazardul relaţiei, în timp ce la om apare limbajul, care poate relata şi altceva decât relaţii, se poate desprinde şi trece complet în domeniul abstractului. Ar fi însă greşit să judecăm animalele după comportamentul uman. Esenţialul este urmărirea continuităţii.

NOTE

1. Clarke, David S., 1987 - Principles of Semiotic, Routledge & Kegan Paul, London

2. Hawking, Stephen A., 1988 - Structuralism and Semiotics, Univ. of California Press Berkeley

3. Sebeok, Thomas Albert, 1975 - The Semiotic Web. A Chronicle of Prejudices Bull. Of Literary Semiotics, 2, 1-63

4. Soussure, Ferdinand D.C., 1916 – Cows linguistique générale. Paris Payot

5. Pierce, Charles Sanders, 1867 - On a New List of Categories, C.P.; 545-567

6. Uexküll, von Jakob, 1981 - The Sign Theory of Jacob von Uexküll. Classics of Semiotics. Volf. Jobst Siedler Verlag, Berlin

7. Sebeok, Thomas Albert, 1968 - Is a Comparative Semiotics Possible? Echanges et Communications. Ed. J. Pouillon, Pierre Maranda

8. Pierce, Charles Sanders, 1982 – Collected Papers (Cambridge: Harvard University Press)

9. Bateson, G., 1955 – A theory of play and fantasy. Psychiatric Research Reports (American Psychiatric Association), 2: 39-51

10. Sebeok, Thomas Albert, 1989 - The Semiotic Self Revised. Sign, Self and Society, B. See, Greg Urban. Berlin

11. Jakobson, Roman, 1974 - Coup d'oeil sur le developpement de la sémiotique. Sémiotique. A Semiotic landscape, 3-18, Milano

12. Niels, Jerne, 1984 – The Generative Grammar of the Imune System. Science 229:1059-1067

13. Lewontin, R.C., 1972 – Testing the theory of natural selection. (Review of R. Creed, Ed. Ecological genetics and evolution, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1971: 236 (5343): 181-182

14. Emmeche, Claus, Kull Kalevi, Stjernfelt, Frederik, 2002 – Reading Hoffmeyer, rethinking biology. Tartu University Press, Estonia

15. Prigogine, Ilya, Isabelle, Stingers, 1997 – Între eternitate şi timp. Ed. Humanitas, Bucureşti

16. Deely, Y. John, 1969 - The Philosophical Dimensions of the Origin of Species, The Thomist XXX, Part I, 75-149; Part II, 251-342

17. Uexküll, von Jakob, opera citată

18. Gregory Bateson, opera citată

19. Depew David and Bruce Weber, 1985 – Evolution at a Crossroads: The New Biology and the New Philosophy of Science. Cambridge: MIT Press

20. Hoffmeyer Jesper, 1996 – Signs of Meaning in the Universe, Indiana University Press

21. Gregory Bateson – opera citată

22. Ibidem

VII. DIMENSIUNILE BIOSEMIOTICE ALE VITALULUI

Istoria biologiei arată că înțelegerea structurii şi funcționalității organismelor vii şi, în genere, înțelegerea naturii ca un tot unitar, au fost influențate, de-a lungul timpului, de progresele ştiinței şi tehnicii. Punerea la punct a microscopului optic a dezvăluit un univers nebănuit, cel al microorganismelor, permițând pătrunderea în intimitatea structurii organismelor prin descoperirea celulei. Dezvoltarea şi cristalizarea ciberneticii ca ştiință a facilitat înțelegerea funcționării unor structuri biologice şi descifrarea mecanismelor automate de autoreglare. Până la descoperirea feed-back-ului, fiziologia nu a putut descifra intimitatea proceselor biologice de autoreglare. Iar de la **feed-back** s-a ajuns la **feed-before**, principiile **teleologice** fiind abandonate şi înlocuite cu cele **teleonomice** pentru explicarea vitalului. Înțelegem astfel natura în unitatea şi diversitatea sa.

Deşi, în zilele noastre, grație microscopului electronic şi al celui atomic cu tunel, a fost posibilă evidențierea celor mai profunde structuri biologice, acest lucru nu este suficient pentru a putea cuprinde caracteristicile vitalului. Punând bazele **etologiei** ca ştiință, **Konrad Lorenz** ne introduce în înțelegerea comportamentului ființelor vii şi, prin aceasta, deschide poarta către cunoaşterea aspectelor fenomenologice ale vitalului.

Ca biologi, înțelegem că nu putem vorbi de viață, de existența unei ființe vii, dacă aceasta nu intră în dialog cu **peristaza,** dacă nu comunică cu **oceanul cosmic**. Comunicarea se realizează prin semnale, emise de anumite structuri, care sunt apoi recepționate şi descifrate (decodificate) de altele, interpretarea lor făcând posibilă obținerea unui răspuns adecvat.

Semnalele şi descifrarea lor stau la baza comportamentului tuturor organismelor vii, a existenței

vitalului. În timp, s-a conturat o ştiinţă a descifrării semnalelor şi a semnificaţiei lor evolutive – **semiotica**, iar în domeniul vitalului s-a diferenţiat o ramură a semioticii – **biosemiotica**.

Când vorbim de **biosemiotică,** ne îndreptăm atenţia către **Thomas A. Sebeok[1], Jakob von Uexkühl[2], Jesper Hoffmeyer[3], Claus Emmeche[4]** etc., cei care au fundamentat ştiinţa menită să faciliteze înţelegerea structurilor şi fenomenelor vitale.

Biosemiotica probează că există comunicări la toate nivelurile naturii. În forma cea sa mai simplă, discursul semiotic a apărut odată cu procesul care a generat primele fiinţe vii. În timp, procesele prebiotice şi-au dobândit o autonomie crescândă şi au creat astfel o semiosferă complexă care, după 3,5-4 miliarde de ani, este capabilă de a genera sisteme semiotice precum gândirea şi limbajul.

Speciile nu trăiesc izolat, ci se găsesc într-o continuă interacţiune: o **interacţiune semetică,** ceea ce înseamnă că semnalele transmise de o specie sunt recepţionate, interpretate şi folosite de o altă specie. Aşa cum am mai arătat, iepurii au învăţat că vulpea nu obişnuieşte să vâneze un iepure dacă a fost văzută de la distanţă. În această situaţie, iepurii fac tot posibilul să-i semnaleze vulpii că a fost văzută. Se realizează astfel un **discurs ecosemiotic.** Cu cât individul, sau specia, vor realiza mai multe discursuri ecosemiotice, cu atât libertatea lor de acţiune va deveni mai mare.

Trebuie să înţelegem că relaţiile semiotice nu sunt întâmplătoare, ci sunt realizate coerent şi reprezintă un fenomen larg răspândit în semiosferă.

Asemenea iepurilor, şi celelalte specii realizează discursuri semiotice cu speciile cu care intră în contact. Cu cât aceste discursuri semiotice sunt mai complexe, cu cât reţeaua comunicativă este mai mare, cu atât sistemul biologic respectiv este mai bine conturat şi mai stabil. Trebuie să înţelegem că nu putem vorbi de o fiinţă vie dacă aceasta nu este capabilă să intre în dialog cu universul său.

Discursul semiotic trebuie să fie văzut ca o ordine simbolică, ce conectează subiecții într-un univers comun.

Analizând din punct de vedere biosemiotic relațiile dintre organisme, constatăm că, în comportamentul lor, speciile nu emit doar cuvinte sau fraze separate, ci realizează un discurs semiotic (ecosemiotic).

Înțelegând ce reprezintă un discurs ecosemiotic şi care este semnificația sa în relațiile cu alte specii, descoperim faptul că, între speciile unei biocenoze şi chiar între indivizii unei specii, funcționează o multitudine de astfel de discursuri, care formează o rețea mai mult sau mai puțin complexă, dar şi că, atunci când vrem să definim corect o specie, nu trebuie să-i cunoaştem doar **nişa ecologică**, ci şi aşa-numita **nişă semiotică. Cum nişa ecologică este creația fiecărei specii în parte, tot aşa nişa semiotică reprezintă o creație a unei specii în relațiile sale cu celelalte specii.**

În cadrul unei biocenoze, între specii se formează şi funcționează o rețea semiotică, în funcție de care biocenoza prinde contur şi devine durabilă. De la discursul ecosemiotic ajungem astfel la o **rețea semiotică** şi de aici la întregul care îl reprezintă viul – **semiosfera**.

După cum observă **Jasper Hoffmeyer** (1996), viața a fost de la început dependentă de un număr de semnificații şi, chiar dacă structura celulelor sau a organismelor este descriptibilă în termeni anatomici, histologici, citologici sau chiar biochimici, aceasta nu înseamnă că înțelegem cu adevărat aceste structuri dacă nu ținem seama că ele s-au dezvoltat în perioade de miliarde de ani sub logica directoare a interacțiunilor semiotice (semetice).

Jasper Hoffmeyer atrage atenția că unificarea modernă a biologiei trebuie să se bazeze pe fundamentarea biosemiotică a vieții.

Tot el a aprofundat structurile caracteristice vitalului şi semnificațiile lor biosemiotice, căutând să stabilească nişte principii călăuzitoare în descifrarea vitalului, atunci când urmăm calea biosemioticii. Principiile sale directoare pentru înțelegerea semiotică a vieții au fost înmănunchiate, de unii dintre discipolii săi, şi prezentate sub forma celor 13 teze, care îi conturează gândirea biosemiotică.

În lucrarea **Reading Hoffmeyer**, **Rethinking biology**, publicată în 2002, la Universitatea din Tartu, Estonia, **Claus Emmeche, Kalevi Kull** şi **Frederik Stjernfelt**, colaboratorii apropiați ai lui **Jasper Hoffmeyer**, prezintă cele 13 teze care conturează gândirea biosemiotică a lui **Hoffmeyer** şi canalizează cercetările în acest domeniu.

După ce ne-am introdus în sfera şi conținutul biosemioticii ca ştiință şi am intuit semnificațiile acesteia în înțelegerea structurilor şi fenomenelor vitale, urmează efortul de a înțelege principiile directoare ale acestei ştiințe.

În cele ce urmează, vom prezenta cele 13 teze ale lui **Hoffmeyer** şi vom încerca să le conturăm sfera de cuprindere.

1. Semnele, nu moleculele, sunt unitățile de bază în studiul vieții.

Această primă teză formulată de **Hoffmeyer** impune cu claritate abordarea biosemiotică a structurilor şi fenomenelor vitale. Dacă în înțelegerea structurii şi funcționalității organismelor vii s-a folosit metoda analitică, ajungându-se până la ceea ce astăzi numim biologie moleculară (pornind, în studiul ființelor vii, de la analiza morfologică la cea anatomică, de aici la cea histologică şi celulară şi continuând apoi cu studiul organitelor celulare şi a macromoleculelor, s-a ajuns până la observații asupra structurii electronice a suportului vital), biosemiotica ne atrage atenția că fiecare structură prezintă o anumită semnificație în emiterea, recepționarea şi interpretarea unor semnale. Nu atât structura, cât calitatea şi semnificația semnalului prezintă importanță în fenomenele vitale.

Hoffmeyer atrage atenția asupra faptului că semnalele sunt unitățile fundamentale pentru studiul vieții, ceea ce înseamnă că biologia este o ştiință semiotică.

Reprezentând organismul numai prin structura unor organe, țesuturi, celule, organite, macromolecule etc., care interacționează conform unor forțe fizice (mecanice), nu vom ajunge să înțelegem niciodată viața în structura şi funcționalitatea sa intimă. Dacă, totuşi, vom încerca să

includem, într-un model elementar al unui proces biologic, tot ceea ce este necesar ca modelul să fie unul viu, atunci el va apărea ca un set de trăsături, între care vom include şi caracteristicile semnalelor, ori ale proceselor de semnalizare. Înțelesul semiotic este atins dacă vom include în el caracteristicile acestui model. Modelul nu reprezintă o sumă de structuri, ci un complex de semnale cu semnificație vitală, întâlnite în organism. Înțelegerea modelelor biologice şi activitatea modelelor din care sunt construite organismele reprezintă esența biosemioticii.

Organismele sunt constructori de modele, în funcție de care cunosc realitatea. Ele emit şi percep semnale cu o anumită semnificație.

ADN-ul nu este doar o macromoleculă ci, ca purtător al unei anumite semnificații biologice, este mai mult decât atât. Semnalele pe care le emite pot avea o anumită semnificație pentru celulă, pentru țesutul din care celula face parte, pentru organism, sau chiar pentru specie, în cadrul complexului biocenotic. Sinteza unei acrasine de către *Dyctiostelium mucuroides* reprezintă un semnal major pentru salvarea populației în momentul apariției unor condiții restrictive de mediu.

Mesajul (semnalul) lansat de ADN este interpretat în mod diferit, pe diferite paliere (celular, histologic, organismic, populațional, biocenotic).

2. Codurile ființelor vii sunt duale.

Orice semnal înseamnă informație, înseamnă mesaj. Acesta are o semnificație, este adresat cuiva şi trebuie decodificat (descifrat) pentru a fi folosit. Organismele vii se reunesc şi interacționează unele cu altele, folosind fie coduri analogice (în spațiul ecologic), fie coduri digitale care, în timp, funcționează ca mesageri, pentru generațiile viitoare.

Viața ca fenomen cosmic nu a putut să apară decât prin îmbinarea celor două tipuri de coduri: analogic şi digital. Principiul codului dual poate fi considerat o

definiție a vieții. Viața este asemenea unui computer cu software-ul său aferent.

Codul dual presupune o inevitabilă influență reciprocă, genetică şi ecologică, dinamică şi sincronică, verticală şi orizontală etc., în funcționarea organismelor şi a vieții ca fenomen cosmic.

După **Hoffmeyer,** codul dual poate fi reprezentat simbolic prin raportul dintre ou şi găină, oul întruchipând esența codului analogic în care s-a concretizat fenotipul.

Viața a apărut din nonviață, printr-un lanț nesfârşit de evenimente, în care au funcționat cele două coduri: un cod de acțiune (behaviour), de tip analogic, şi un cod de memorie, de tip digital.

3. Cea mai simplă entitate care posedă reale competențe biosemiotice este celula.

Din punct de vedere semiotic, celula este entitatea de bază în care se petrec fenomenele vitale. Prin structura sa, celula asigură suportul material pentru diferitele tipuri de semnale. Nu este vorba doar de semnalele incluse în patrimoniul ereditar reprezentat de acizii nucleici, ci şi de structurile complexe ale organitelor şi de funcțiunile intracitoplasmatice. Celula reprezintă sistemul semiotic care face distincția între interior – exterior (inside-outside), deschizând posibilitatea comunicării cu mediul prin fenomenele de membrană.

Sistemul informațional dual, analogic-digital, apare în celulă ca un sistem de autoreglare, bazat pe redescripția în codul digital al lanțului acizilor nucleici.

Calitatea semiotică a vieții este grandioasa organizare şi desfăşurare a metabolismului celular.

4. Sistemele vii constau în suprafețe din interiorul altor suprafețe care transformă interiorul în exterior şi exteriorul în interior.

Importanța zonelor de graniță, de limită, între diferitele sisteme a fost adesea subliniată, nu numai de semioticieni, ci şi de biologi. Viața este un fenomen care se desfăşoară la nivelul suprafețelor. În mod fundamental, viața este relația dintre interior şi exterior. Nu întâmplător în celula eucariotelor se găsesc nesfârşite suprafețe membranare, oferite de cele mai multe organite celulare şi, în mod special, de reticulul endoplasmatic. În lumea animală, membrane cu o semnificație biologică particulară reprezintă şi foițele embrionare ale diploblastelor şi triploblastelor.

Evenimentele cruciale ale macroevoluției şi morfogenezei individuale sunt produse de relațiile de contact dintre suprafețele celulare şi cele ale țesuturilor. Suprafața se transformă în interfață, legând interiorul cu exteriorul. Numai în acest mod sistemele biologice ajung să înțeleagă mediul, deoarece părți relevante ale mediului devin elemente de interanaliză interior-exterior. De altfel, fenomenele lumii, ori modelele perceptuale, cele numite de către **Uexküll** drept Umwelt reprezintă, în acelaşi timp, interiorul devenit exterior şi exteriorul devenit interior în nişa ecologică. De altfel, gradul de libertate al ființelor față de mediul înconjurător depinde de modul în care mediul extern devine o parte integrantă a mediului intern.

Această dublă conexiune **interior - exterior** permite membranei să guverneze schimbul între cele două fețe, făcând posibile intenționalitățile esențiale. Loopingul (cercul) semiotic al organismului şi mediului realizat la nivelul interfeței membranelor induse asigură întinderea rădăcinilor vieții în direcția viitorului, în lupta dintre creştere şi multiplicare.

5. Subiectivitatea este mai mult sau mai puțin un fenomen.

Putem afirma că subiectivitatea comportă diferite grade, ceea ce presupune înțelegerea şi controlul noțiunii de subiect în biologie. Ca şi în filosofie, este vorba de experiența trăită de subiect, de experiența proprie şi necomunicabilă, simțită în mod direct de o ființă. Fiecare vede lumea în felul său, din punctul său de vedere, pe baza experienței proprii. Caracterul de subiect este însuşirea de bază a unui individ. Noi înşine suntem subiecți o dată ce avem dimensiunea noastră indivizibilă, proprie.

Fiecare subiect îşi are propria istorie naturală, ceea ce corespunde istoriei naturale a semnificației semnelor. Dimensiuni semiotice ale subiectelor întâlnim la toate organismele, deoarece toate emit, primesc şi prelucrează semnalele cu o anumită semnificație. Există astfel în evoluție o continuitate semiotică generală. Evoluția a permis posibilitatea apariției formelor noi şi a unor sisteme noi de cod (asemenea comunicării animalelor, limbajului uman, marelui cod dual din evoluția biologică).

6. Subiectivitatea este întrupată

Intenționalitatea, subiectivitatea şi auto-cunoaşterea nu sunt fenomene inaccesibile ştiinței. Cheia înțelegerii ştiințifice a minții este întruchiparea existenței şi nu ficțiunea decorporalizării simbolice a organizării, aşa cum apare în inteligență artificială clasică.

Unitatea conştiinței este funcție a unicității istorice a corpului. Corpul efectuează interpretări ale situațiilor noi care apar în peristază. Subiectivitatea este o emanație a organizării organismului, ca rezultat al unui proces semiotic de interpretare a semnalelor primite în contextul în care trăieşte organismul.

Intenționalitatea vieții mentale umane a evoluat în funcție de istoria interrelațiilor stabilite cu lumea înconjurătoare. Ea a fost prezentă în germene în multiplele noastre relații stabilite în timp geologic cu animalele.

7. Organismul viu este un roi

După **Hoffmeyer,** problema complexă a organismelor pluricelulare poate fi înțeleasă prin folosirea conceptului de roi (swarm), adică de un set de agenți mobili care sunt capabili de comunicare directă sau indirectă între ei (în funcție de caracteristicile locale ale mediului) şi care rezolvă, în mod colectiv, problemele destul de complexe ale întregului.

Din acest punct de vedere, putem realiza o fertilă analogie cu animalele sociale, organismele pluricelulare părând a fi formate din roiuri multiple, organizate ierarhic. Cu alte cuvinte, roiul de celule care formează organismul unui animal pluricelular poate fi conceput ca un roi de roiuri, ca un grandios roi format din roiuri diferite, suprapuse ierarhic. O astfel de imagine poate fi oferită de funcționalitatea integrată a creierului în corp. Pe bună dreptate, **Hoffmeyer** consideră că, pentru menținerea ecologiei somatice, roiul celulelor cu rol în imunitate interacționează cu roiul celulelor nervoase.

Celulele care alcătuiesc organismul nu formează un stat în stat, dar nici nu sunt izolate. Ele comunică unele cu altele, intră în acțiune şi îşi conjugă eforturile în vederea asigurării imunității sau a funcționării la parametri optimi a organismului, mai ales în perioadele de stress. Este de-a dreptul impresionantă multitudinea celulelor cu rol în apărarea activă a organismului şi capacitatea lor de comunicare şi de mobilizare pentru atingerea unui scop unitar – asigurarea imunității.

După **Jacob Uexküll**,[5] prin diferențierea celulelor şi a țesuturilor, organismele pluricelulare au dobândit o capacitate mai mare de a primi şi transmite informații, astfel încât să manipuleze porțiuni mai mari ale mediului, atât în timp cât şi în spațiu, înlesnind creşterea aşa-numitului Umwelt.

După cum bine este ştiut, există o multitudine de tipuri de celule în structura corpului, care sunt mobilizate pentru a lupta cu agenții patogeni care pătrund în organism şi îi pun în pericol existența. Toate aceste celule nu

pot să realizeze funcția de apărare a organismului dacă nu funcționează ca nişte sisteme semiotice, dacă nu sunt capabile să comunice între ele, să emită şi să perceapă semnale de „**mobilizare**".

Relația dintre celulele corpului se conturează ca un **mutualism simbiotic,** care funcționează pe baza principiilor biosemiotice. În totalitatea sa, situația presupune existența unui univers interpretativ comun. Discursul ecosemiotic stă la baza relațiilor dintre celule, asigurând astfel edificarea unui sistem complex – organismul pluricelular.

8. Tot ceea ce simte un organism are o semnificație pentru el.

Hoffmeyer atribuie această declarație lui **Uexküll**.

Fiecare acțiune, care consistă din percepție şi operație, imprimă înțelegerea sa cunoaşterii obiective şi, prin aceasta, face ca relația subiectului să împlinească înțelesul mesajului din perspectiva Umwelt-ului.

Nu trebuie să antropomorfizăm înțelegerea şi comportamentul organismelor inferioare în mediu, trebuie însă să admitem, aşa cum am mai afirmat anterior, că o ființă vie trebuie să intre în relație cu mediul său, trebuie să-şi realizeze un aşa-numit Umwelt. Intrând în dialog cu universul său, este ca şi cum organismul l-ar simți şi ar gândi ceva despre el.

O bacterie, care are o structură celulară foarte simplă, trăieşte într-un anumit mediu, pe care îl simte, îl măsoară şi îl gustă. Ea caută nutrienții de care are nevoie pentru creştere şi dezvoltare şi evită anumiți factori nocivi ai mediului. Bacteria are sub control mediul său, iar, ca urmare a schimbului de informații, înțelege ce se întâmplă în mediu şi are un comportament adecvat.

Dyctiostelium mucuroides comunică cu semenii săi şi îşi controlează mediul. În momentul în care constată că mediul este secătuit de hrană, sau că în el poate pătrunde un agent nociv, lansează un semnal de alarmă către semenii săi, în vederea ieşirii din impas şi a salvării populației, chiar dacă aceasta presupune anumite sacrificii.

9. Orice obişnuinţă nouă are tendinţa de a deveni un semn

Aproape orice element nou care apare într-un ecosistem va fi, mai devreme sau mai târziu, recunoscut şi folosit de anumite organisme. Aceasta este baza raţiunii conform căreia un ecosistem poate sta în echilibru, chiar dacă substanţe noi (nemaiîntâlnite până atunci în istoria acelui univers) sunt produse, sau noi relaţii sunt stabilite.

Hoffmeyer consideră că oriunde a apărut un obicei, va exista şi un organism pentru care acest obicei reprezintă un semnal. El a considerat aceasta afirmaţie o regulă şi, într-adevăr, ea poate fi interpretată ca o versiune a unei legi naturale, aşa cum a gândit şi **Pierce Charles Sanders.**

Oricum, acesta este un principiu al semiogenezei, care face ca orice tendinţă de interconectare în ecosistem să fie de largă perspectivă în biosferă.

Sistemele vii manifestă în mod evident un comportament semiotic, bazat pe dinamica interacţiunilor semetice. Prin aceasta, obiceiurile par să semnifice producţia viitoarelor obiceiuri, în nesfârşitelor şi lungile reţele întinse înapoi, până la începutul vieţii, şi înainte, până la semiosfera globală viitoare.

10. Totalitatea „duetelor contrapunctice" formează sfera de comunicaţii - semiosfera

Biosfera este înţeleasă ca o reţea globală de interconexiuni, ca un circuit al elementelor chimice prin organisme şi mediu (circuit biogeochimic). Rămân însă multe aspecte care scapă înţelegerii noastre. Structurile chimice, structurile minerale şi cele organice au valoare intrinsecă, nu atât prin compoziţia şi organizarea lor, cât prin semnalele pe care le emit şi semnificaţia lor. Una şi aceeaşi substanţă chimică are semnificaţii total diferite în variate contexte. La *Dyctiostelium mucuroides*, acrasina devine un semnal de alarmă, însă numai în prezenţa unui pericol iminent. În alte contexte, aceeaşi substanţă chimică

nu are nici o semnificație semiotică. Deci, pentru a putea înțelege lumea viului în plenitudinea sa, se impune ca noțiunii de biosferă să i se adauge cea de semiosferă.

Din punct de vedere semiotic, biosfera are o componentă cu totul particulară – **semiosfera.** De altfel, **T. Sebeok** afirmă că: „*Biosemiotica presupune o axiomatică identitate cu biosfera*".

În această situație, semiosfera trebuie văzută ca o sferă care acoperă pământul, formată din totalitatea semnalelor interconectate care formează limbajul naturii.

11. Nişa semiotică este casa speciilor

Nişa semiotică este o prelucrare a nişei ecologice. În interpretarea modernă, nişa ecologică reprezintă creația istorică a fiecărei specii, ceea ce înseamnă că nişa este multidimensională, că prezintă numeroase fațete, sau că este formată din multipli parametri măsurabili, care pot diferenția o nişă de alta. În egală măsură, aceasta mai înseamnă că nu putem vorbi de nişe ecologice libere sau ocupate. O suprapunere a nişelor, însă nu totală este posibilă. Cu alte cuvinte, fiecare nişă ecologică defineşte o specie.

Ne putem da seama cu uşurință că, în conturarea unei nişe, dimensiunea semiotică lipseşte. Fiecare populație (specie) posedă anumite abilități semiotice specifice, prin care se diferențiază de alte populații (specii). Semnalele cu o anumită semnificație semiotică, deci cu o anumită semnificație vitală, diferențiază speciile şi chiar populațiile între ele în cadrul unei specii politipice.

De aici putem deduce că, pentru a se menține în semiosferă, fiecare populație (specie) trebuie să ocupe o anumită nişă semiotică, sau mai bine spus, trebuie să-şi creeze în evoluție o nişă semiotică. Semiosfera impune limitarea Umwelt-ului populației rezidente, în sensul că, pentru menținerea sa într-o anumită zonă a semiosferei, populația trebuie să-şi contureze nişa semiotică, să stăpânească un set de semnale de natură vizuală,

acustică, olfactivă, tactilă şi chimică, cu semnificație semiotică, care asigură supraviețuirea în semiosferă.

Astfel, Umwelt-ul şi nişa semiotică sunt două laturi diferite ale aceluiaşi fenomen.

12. În sistemele vii, determinarea este construită pe indeterminare

În loc de o lume structurată în mod armonios, dintr-o colecție de materiale şi de verigi mecanice, riguros ordonate, realitatea semnalelor cu semnificație semiotică ne introduce într-o lume dezordonată, într-un amestec de procese şi de semnale orientate într-o anumită direcție. Tabloul lumii newtoniene, reprezentând o lume masivă, durabilă, solidă, impenetrabilă, formată din particule mişcătoare, se destramă şi ne apare în schimb o lume în care domnesc indeterminarea şi spontaneitatea.

Indeterminarea este prezentă în biosferă dar şi în semiosferă, aşa cum este şi ordinea, ceea ce asigură o totală determinare şi distingere. Organismele indeterminate au capacitatea de a-şi desfăşura sau deschide marginile (limitele), ceea ce le permite să-şi continue creşterea şi să-şi schimbe modelele lor indefinite.

În simbioza dintre diferite specii, procesele de delimitare-fusiune, delimitare-pecetluire şi delimitare-redistribuire determină o mai mare presistență a organizării, în care individualitatea îngrădită, devine difuză. Analiza semiotică a organismelor vii probează că simbioza, sau mutualismul simbiotic, este considerabil mai răspândită în lumea vie. Şi nu este vorba doar de mutualismul simbiotic dintre partenerii unor specii diferite, ci şi de relațiile stabilite chiar între celulele unui organism pluricelular.

Individualitatea şi mortalitatea sunt mai larg inter-conectate, iar dinamica granițelor dintre parteneri, în timp şi spațiu, nu este impusă întotdeauna prin seturi genetice. Edificarea organismului unui animal pluricelular se realizează prin naşteri celulare şi prin moartea unor categorii de celule. Apoptoza celulară apare ca o condiție firească, impusă de edificarea unui întreg funcționabil.

Limita dintre determinare şi indeterminare este greu de stabilit, după cum la fel de greu de stabilit este fluxul transformărilor care produce, în evoluție, la apariția determinării ca progres biologic.

13. Evoluția biologică reprezintă o tendință de creştere a libertății semiotice

Edificarea universului nostru a fost guvernată de tendința de a asigura sistemelor vii (fără a intra în conflict cu legile termodinamicii) tot mai multă libertate sau autonomie. Analizând din punct de vedere cibernetic această caracteristică a lumii vii, surprindem cu uşurință faptul că ființele vii sunt guvernate de mecanisme cibernetice (*feed-back* şi *feed-before*), care le asigură nu numai un anumit grad de libertate în oceanul cosmic, ci şi alegerea celei mai favorabile căi în procesul de evoluție.

Dimensiunile semiotice ale sistemelor vii asigură un şi mai avansat grad de libertate, care conduce spre o libertate semiotică menită să consolideze sistemul şi să-i asigure perenitatea.

Dimensiunea semiotică a sistemelor vii este bazată pe organizarea constituenților structurali şi funcționali şi nu poate exista fără această bază. Combinarea avantajelor oferite de codul digital cu cele date de codul analogic asigură organismelor un grad de libertate față de constrângerile mediului practic nelimitat, în funcție de gradul lor de evoluție.

*

* *

Diferențierea esențială dintre animat şi inanimat a preocupat, din cele mai vechi timpuri, pe biologi şi pe biochimişti. Dacă teoria chimică susținută cu ardoare de **J.D. Bernal** consideră că: „o *caracteristică esențială a oricărui organism, atâta timp cât este viu, constă în succesiunea şi coordonarea proceselor şi nu în arhitectură, oricare ar fi ea, a substanței inerte*",[7] există şi voci care vor să demonstreze că viața reprezintă şi altceva.

În spiritul acestei gândiri, diferența dintre protoplasma vie şi cea moartă este dată doar de dinamica proceselor chimice. Treptat, s-au acumulat o serie de teorii şi de date care țin să probeze existența unor structuri particulare ale vitalului, care ar fi primordiale în esența vieții, în raport cu dinamica proceselor chimice. În starea de anabioză, dinamica proceselor chimice aproape încetează şi, totuşi, organismele nu mor. Cum este posibil ca un organism să-şi comande reducerea proceselor metabolice la limita inferioară pentru o perioadă determinată în timp, după care reintră în normal?

Fenomenele de anabioză şi de catalepsie nu s-ar putea explica fără existența unor semnale, care să fie emise de anumite structuri, decodificate şi executate de altele. Doar biosemiotica oferă o explicație mai plauzibilă, deoarece pune la bază comunicarea între organisme şi chiar între structurile intrinseci ale acestora.

În primul dintre principiile sale, **Jasper Hoffmeyer** ne atrage atenția că **semnalele**, şi **nu moleculele**, **sunt unitățile de bază în studiul vieții.** Interpretând biosemiotic fenomenul vital, vom descoperi că, în ființe vii, codurile funcționale sunt duale: analogice şi digitale.

Biosemiotica ne propune o reconsiderare a interpretării structurii funcționale a organismelor. Când spunem structuri funcționale, spunem deja destul de mult, deoarece legăm, în mod indisolubil, structura de funcție. Cu toate acestea, nu am avut niciodată în vedere dimensiunile biosemiotice ale structurii funcționale, nu am ținut şi încă nu ținem seama de semnificația semnalelor în desfăşurarea şi funcționarea proceselor biologice. Nu am fi putut înțelege subtilitatea proceselor imunitare fără o interpretare biosemiotică, fără comunicarea perfectă dintre celule. Dialogul semiotic dezvoltat între celulele participante la realizarea imunității se realizează după legi precise sau, aşa cum se exprimă laureatul Premiului Nobel **Niels Jerne,** conform unei **gramatici generative.** Mecanismul imun se desfăşoară pe baza unui discurs semiotic care nu reprezintă doar cuvinte sau fraze disparate, ci are un conținut amplu

(un eseu, o poveste) şi coerent, care poate interpreta orice nuanță introdusă de un anumit semnal.

O asemenea interpretare nu poate fi înțeleasă dacă nu aplicăm cel de-al treilea principiu al lui **Jasper Hoffmeyer - cele mai simple entități posedă reale competențe biosemiotice în celule.** Fără existența unui discurs semiotic, organizat după legile gramaticii generative sau, cu alte cuvinte, după legi funcționale perfecte, nu vom înțelege structura şi funcționalitatea organismelor pluricelulare.

Principiul: **corpul organismelor vii este un roi** nu reprezintă o simplă metaforă, ci exprimă o organizare funcțională biosemiotică. Celulele unui organism pluricelular depind în existența lor unele de altele şi de întregul edificat împreună, însă acesta ar fi nefuncțional dacă celulele n-ar fi într-un permanent dialog semiotic, într-o continuă comunicare, ce permite constituirea „semiosferei" care reprezintă individul în integralitatea sa. Nu întâmplător considera **Hoffmeyer** că roiul celulelor cu rol în imunitate interacționează cu roiul celulelor nervoase în menținerea **ecologiei somatice.**

Două aspecte se detaşează pregnant din tezele lui **J. Hoffmeyer,** şi anume: celulele organismelor pluricelulare se asociază şi funcționează pe baza unui mutualism simbiotic şi întregul corp pluricelular este format dintr-o multitudine de ecosisteme somatice care se constituie într-o totalitate funcțională.

Roiul funcțional de care vorbeşte **Hoffmeyer** are la bază un alt principiu, care ne facilitează înțelegerea multor aspecte legate de nivelurile de integrare din edificarea unui individ pluricelular şi de relațiile de simbioză. Este vorba de faptul că **fiecare organism simte şi înțelege ceva despre el.** Acest principiu se aplică şi celulelor integrate într-un organism pluricelular: fiecare celulă simte şi înțelege ceva despre ea. Acestui principiu i-am putea asocia un altul, care trebuie să lărgească sfera comunicării şi a înțelegerii: **fiecare organism simte şi înțelege ceva despre el şi despre sistemele superioare în care este integrat.**

Interpretarea semiotică a vitalului ne facilitează înțelegerea interrelațiilor care se stabilesc între speciile unei biocenoze şi, mai mult decât atât, necesitatea introducerii noțiunilor de **nişă semiotică şi semiosferă.**

Biosemiotica impune o nouă orientare în interpretarea vitalului cu toate aspectele sale, până la evoluția biologică.

NOTE

1. Sebeok, Thomas A., 2001 – *Global Semiotics.* Bloomington: Indiana University Press

2. Uexküll, Jakob von, 1936 – Die geschautz Welten: Die Umvelten meiner Freunde. Ein Erinnerungsbuch. Berlin: S. Fischer Verlag

3. Hoffmeyer Jesper, 1996 – Signs of Meaning in the Universe. Indiana University Press

4. Emmeche, Claus, Kalevi Kull, Frederik Stjernfelt, 2002 – Reading Hoffmeyer, rethinking biology. Tartu University Press, Estonia

5. Thure von Uexküll, 1982 – *Glossary*. Semiotica 42 (1): 83-87

6. Sebeok, Thomas, A., Umiker, Jean, 1992 – *Biosemiotics*: The Semiotic Web. 1991 Berlin: Mount de Gruyter

7. Mustață, Gheorghe, Mustață, Tiberiu Georgian, 2001 – *Ecologie somatică*, Ed. Junimea Iaşi

VIII. ASPECTE BIOSEMIOTICE DESPRINSE DIN COMPORTAMENTUL UNOR INSECTE SOCIALE

Animalele coloniale formează un întreg funcțional care adesea se comportă ca un superorganism. În situația în care indivizii unei colonii sunt legați fizic între ei, poate avea loc o diferențiere morfofuncțională a acestora, astfel că unii dintre ei devin comparabili cu organele unor indivizi pluricelulari. Diferențierea morfofuncțională are loc şi în cadrul coloniilor în care indivizii nu sunt legați fizic între ei. Astfel, la insectele sociale (termite, furnici, albine, viespi etc.), coloniile se diferențiază în caste, iar pentru o diviziune a muncii mult mai mare apare fenomenul de polietism (indivizii îndeplinesc anumite munci în funcție de vârstă).

Diferențierea morfofuncțională a indivizilor şi coordonarea activităților lor în cadrul coloniilor nu se poate realiza fără un dialog permanent. Considerăm că dialogul semiotic reprezintă o condiție esențială a vieții coloniale. De aici putem să ne ridicăm la înțelegerea dimensiunilor semiotice ale animalelor coloniale.

Edward O. Wilson (1980) consideră că: „*termenul de colonie implică faptul că membrii săi sunt uniți din punct de vedere fizic sau diferențiați în caste reproductive şi caste sterile, care prezintă ambele caracteristici*".[1]

Deci, colonia poate fi formată şi din indivizi nelegați fizic între ei. Este însă necesară o diferențiere a indivizilor şi apariția unor caste. Societatea astfel formată poate fi atât de bine organizată încât să se comporte ca un superorganism.

În această situație insectele sociale reprezintă adevărate colonii. Ele pot forma o societate care funcționează ca un întreg, ca un superorganism. Ce înțelegem însă prin animale sociale, sau eusociale? După **Edward O. Wilson** (1980), organismele sociale se caracterizează prin posesia în comun a trei caracteristici:[2]

„ – *indivizii de aceeaşi specie cooperează în îngrijirea puilor;*

- există o diviziune productivă a muncii, cu indivizi mai mult sau mai puțin sterili, ce lucrează în contul partenerilor de cuib fecunzi;

- există o suprapunere a cel puțin două generații ale stadiilor de viață capabile să contribuie la munca coloniei, astfel încât progenitura îşi ajută părinții într-o anumită perioadă a vieții lor".

Acestor condiții le răspund insectele sociale din grupele: furnici, termite, albine şi unele viespi.

La aceste insecte, coloniile sunt generate de o regină (uneori chiar de un grup mic de regine) şi prezintă caste, care pot fi diferențiate în lucrătoare şi/sau soldați. La termitele superioare s-a dezvoltat un **polietism** temporar asemănător cu al furnicilor (lucrătoarele execută anumite munci în funcție de vârstă, fără să apară diferențieri morfologice).

Animalele sociale formează un întreg funcțional. Din momentul în care mai mulți indivizi se asociază pentru a trăi împreună, ei trebuie să participe la realizarea programelor întregului (la buna funcționare a societății). Diviziunea muncii impune o diferențiere morfofuncțională a indivizilor. În mod obligatoriu, funcția de reproducere nu mai este îndeplinită de toți indivizii, ceea ce impune o primă diferențiere şi se rezolvă, se pare, cel mai uşor, prin modificarea formulei genetice. De la început se diferențiază două categorii de indivizi în societate: reproducători şi sterili. Cei sterili trebuie să execute munci diferite. Dacă muncile se diferențiază atât de mult între ele încât nu pot fi executate de toți indivizii, atunci apar diferențieri morfofuncționale. Soldații sau luptătorii trebuind să fie mai puternici, vor fi mai mari şi înarmați cu arme mai eficiente (mandibule foarte puternice, capul proporțional cu mandibulele şi cu efortul pe care trebuie să-l realizeze). Dacă sarcinile lucrătoarelor sunt diferite, atunci şi dimensiunile lor sunt diferite, chiar dacă fac parte din aceeaşi familie. La specia *Formicoxenus nitidulus,* alături de mascul, femelă şi semifemelă (semilucrătoare), există patru

categorii de lucrătoare cu dimensiuni ce variază între 1,5 cm şi 3 mm. Dacă este nevoie de rezervoare vii pentru hrană, atunci o parte din lucrătoare vor îndeplini această funcție. Ele vor trebui să aibă un abdomen enorm. La specia *Proformica nasuta*, o furnică meliferă, cu mierea depozitată de o lucrătoare se pot hrăni câteva sute de furnici lucrătoare timp de aproape o săptămână.

Dacă muncile care trebuie executate nu sunt atât de dificile încât pot fi îndeplinite de orice lucrătoare, atunci ele nu vor fi diferențiate nici morfologic, nici prin talie. Apare însă, aşa cum am mai precizat, fenomenul de **polietism**. Lucrătoarele îndeplinesc munci succesive în funcție de vârstă. Dacă necesitatea o impune însă, în anumite condiții, execuția unor activități fiind deja depăşite de anumite lucrătoare, atunci ele vor reveni şi vor efectua activitățile respective.

Castele şi polietismul deschid o paletă largă în repartiția muncii, iar specializarea pe o anumită direcție capătă aspectul unei profesiuni. Fără profesionişti, societatea nu poate funcționa normal. Castele şi fenomenul de polietism ne duc cu gândul la diferențierea unor indivizi din coloniile heteronome, în care partenerii, legați fizic între ei, funcționează ca nişte organe. La organismele sociale, diferențierea indivizilor este asemănătoare existenței unor organe.

Dacă racii şi scorpionii au cleşti puternici, pentru apărare şi pentru atac, la insectele sociale aceste organe sunt reprezentate de casta soldaților. Ei asigură apărarea, sunt mobili şi îşi coordonează acțiunile în aşa fel încât să apere colonia. Dacă este vorba de rezervoare de hrană, care nu trebuie să se altereze, nu trebuie expuse pericolului de pierdere şi trebuie să fie accesibile lucrătoarelor, atunci apar astfel de „organe". La modul ideal, furnicile melifiere îndeplinesc funcția de cisternă şi de furajare. La *Myrmecocystus chortideorum,* **furnica-furajor** are abdomenul atât de mare încât nu mai poate merge. Ea stă suspendată pe tavan şi distribuie hrana celorlalte lucrătoare. Pe de o parte, aceste furnici-furajor sunt

alimentate, iar pe de altă parte ele alimentează alte lucrătoare.

Prin diviziunea muncii, toate necesitățile coloniei sunt acoperite. Dacă urmăreşti cu atenție viața unei colonii, descoperi că nici o fisură nu apare în funcționarea acesteia. Mai mult decât atât, organizarea este atât de perfectă, încât şi raportul dintre caste şi dintre formele de polietism sunt echilibrate în funcție de starea coloniei. Un anumit raport funcționează pe timp de „pace", un altul când se pregăteşte o incursiune pentru pradă, sau când în viața coloniei intervin modificări majore.

Cum se ajunge însă aici? Care sunt mecanismele ce permit o asemenea organizare şi funcționare? Nu putem înțelege aceste aspecte dacă nu analizăm din punct de vedere semiotic organizarea coloniilor, deci organizarea vieții sociale.

Fără o comunicare între indivizi şi fără o coordonare conform programului întregului, nu se poate realiza nici cea mai mică asociere între indivizi.

Legătura dintre indivizii unei colonii se poate realiza printr-o multitudine de semnale: chimice, tactile, vizuale, acustice, electrice etc.

Nu este exclus ca **feromonii,** ca substanțe chimice de comunicare între indivizii aceleaşi specii, să fi fost primele semnale utilizate de structurile vii. Feromonii trebuie să fi circulat între celulele ancestrale ale procariotelor. Din momentul în care au început să se formeze organisme pluricelulare, caracteristice metazoarelor, hormonii au luat locul feromonilor în stabilirea legăturilor intercelulare. Odată cu apariția primelor formațiuni fotosensibile, paleta comunicărilor a început să devină mult mai largă. Receptorii auditivi au deschis noi posibilități de comunicare, infinit mai subtile şi mai bogate. Apariția unui nou sistem de semnalizare nu duce însă la excluderea celorlalte. Nici un sistem de comunicare biosemiotic nu este perimat. Astfel, comunicarea chimică în structurile vii este universală. Mai mult decât atât, comunicarea chimică operează şi între specii diferite, mai ales între acelea care realizează o conviețuire simbiotică.

W.L. Brown şi **Thomas Eisner** (1970) au creat noțiunea de **alomoni** pentru semnalele chimice interspecifice.[3] Substanțele chimice se pot transmite în toate mediile, la lumină sau la întuneric, în apropiere sau în depărtare. Se consideră că mai puțin de un microgram dintr-un feromon poate persista ca semnal ore sau zile întregi, pe distanțe de sute sau mii de metri. Sinteza lor este un proces destul de simplu, iar răspândirea se realizează uşor. Feromonii funcționează la modul ideal şi în comunicarea dintre microorganisme. Ştim că orice semnal trebuie recepționat şi decodificat. Orice semnal reprezintă o informație care poate avea chiar funcții vitale. Pentru aceasta, sunt necesari receptori speciali. Deci, aceste semnale nu se adresează tuturor ființelor, ci sunt selective, chiar strict selective.

Un oarecare dezavantaj caracteristic comunicării chimice este viteza redusă de propagare. În schimb, persistența în mediu este foarte mare. Feromonii nu pot fi modulați în frecvențe şi nici nu pot fi variabili în intensitate şi în timp. În schimb, una şi aceeaşi specie poate emite o multitudine de feromoni, deoarece prezintă numeroase tipuri de glande. Unele mamifere au până la şapte modalități de sinteză şi emitere de feromoni, iar albinele şi furnicile pot avea peste 10 glande exocrine care emit feromoni cu rol în organizarea socială.

Astfel, o albină are glande hipofaringeale, labiale, genale, glanda Nanasov, Kaschevnikov etc. Funcțiile acestor glande sunt diferite: de curățire a fagurilor, de dizolvare, de digestie, de construire a fagurelui, de hrănire a larvelor, de îngrijire a reginei, de control al coloniei etc.[4]

Comunicarea chimică este completată de cea tactilă. Comunicarea tactilă este adesea esențială pentru formele coloniale. Furnicile comunică cu mare uşurință între ele prin atingerea antenelor. **„Parola antenelor încrucişate"** devine extrem de eficientă în relațiile dintre indivizi în diferite situații: orientare, adunare, semnalizare a hranei, semnalizare a unui pericol, cercetare, hrănire, conciliere, relații între părinți-pui etc. La afide, comunicarea tactilă provoacă apariția formelor aripate. În organizarea

migrațiilor, comunicarea tactilă este indispensabilă lăcustelor gregare. În muşuroiul de furnici, foarte multe activități se desfăşoară, iar activitatea acestora de strângere şi prelucrare a hranei se bazează pe comunicările tactile.

Comunicarea vizuală funcționează, desigur, numai în condiții de lumină. Ochii unor insecte pot fi însă atât de perfecționați într-o anumită direcție, încât orientarea se poate face în funcție de soare sau de stele. Unele furnici pot vedea stelele chiar şi ziua.

Posibilitățile de comunicare între indivizi sunt multiple. Trebuie să înțelegem că orice societate de indivizi are la bază principiul comunicării, al dialogului dintre parteneri. O colonie nu reprezintă doar o sumă de indivizi, ci un întreg funcțional. Orice întreg reprezintă mai mult decât suma părților componente, deoarece are caracteristici în plus, iar părțile îşi pierd unele caracteristici proprii. Făcând parte din colonie, indivizii îşi pierd o parte din elementele de independență şi încep să depindă unii de alții şi de întreg. Ei se vor supune programelor întregului şi vor realiza acest program în funcție de modul în care reuşesc să comunice între ei. Cum altfel am putea înțelege coordonarea tuturor activităților desfăşurate de furnici în muşuroiul lor?

Mutualismul simbiotic este larg dezvoltat în lumea furnicilor. Este cunoscut faptul că furnicile sunt crescătoare de afide. Ele se hrănesc cu excrementele dulci ale afidelor şi, pentru a le avea la îndemână, le cresc în mod special şi le îngrijesc. Aceste afide mai sunt numite **„vaci"** ale furnicilor. Specia *Crematogaster lineolata* protejează afidele, realizând în jurul lor adăposturi formate din pământ, iar *Crematogaster pilosa* face adăposturi dintr-o pastă de celuloză ce seamănă cu cartonul.

Furnicile din specia *Oecophylla smaragdina* cresc nişte omizi de fluturi din familia Lycaenidae, deoarece se hrănesc cu secreții ale acestora, care apar la vârful unor peri speciali. Nu numai că le protejează şi le construiesc adăposturi, dar le şi scot la **„păscut"** în timpul zilei, pe frunzele arborilor, iar seara le mână înapoi la adăpost.

Toate acestea par de domeniul S.F., însă sunt realități ale lumii vii. Trebuie însă ca ele să fie înțelese şi explicate. Două aspecte sunt cu deosebire importante aici: **dialogul semiotic care se realizează între membrii aceleaşi familii în diviziunea muncii şi în coordonarea activităților, pe de o parte şi dialogul semiotic dintre speciile care realizează mutualismul simbiotic, pe de altă parte.**[5]

Nu trebuie să mai insistăm asupra faptului că, fără comunicare între parteneri nu se poate realiza nimic. Trebuie să depăşim interpretările naive, conform cărora întregul comportament al ființelor inferioare este mecanic, instinctiv, fixat prin scheme comportamentale genetice. Descoperim o colaborare între parteneri, un dialog care realizează schimburi de informații nu numai utile, ci şi deosebit de subtile. O furnică îşi cheamă suratele la o nouă sursă de hrană, însă nu oricum şi nu oricâte. Informațiile sunt oferite cu precizie, fiind chemate numai atâtea câte sunt necesare, în funcție de cantitatea de hrană apreciată de furnica ce a descoperit-o. Deci, fiecare acțiune este adecvată fiecărui „**scop**" propus. Informațiile vehiculate sunt precise şi la obiect. Limbajul acesta este prea antropomorfic, însă nu avem altă posibilitate de a judeca lucrurile la reala lor valoare.

Pentru a ilustra mai bine ce semnificație prezintă dialogul semiotic la furnici, vom prezenta, sub forma unei povestiri, o observație făcută de doi etologi în taiga. Ajunşi în taiga, împreună cu caii lor, cei doi au făcut cu greu față atacului țânțarilor. Epuizați de drum şi de lupta cu țânțarii, cei doi şi-au legat caii de nişte arbori şi au început să-şi caute un loc mai potrivit pentru popas. Unul dintre ei a observat, pe trunchiul unui arbore, mai mulți țânțari, suprasaturați de sânge, ce stăteau pe trunchi fără să se sinchisească de prezența celor doi biologi care îi cercetau îndeaproape. Aproape că nu mai puteau să se mişte.

Cunoscând comportamentul furnicilor, unul dintre ei a căutat pe sol şi a cules două furnici destul de mari, pe care le-a plasat pe scoarța arborelui, între țânțarii suprasătui. Furnicile au stat un timp destul de îndelungat pe loc, apoi au început să se mişte printre țânțari. Aceştia nu

dădeau nici un fel de atenție furnicilor şi nu se simțeau deranjați. Furnicile au cercetat cu atenție grupul de circa 100 de țânțari de parcă îi numărau. După un timp, au coborât de pe trunchi. După circa un sfert de oră, etologii au sesizat că un convoi de circa 200 de furnici a început să escaladeze trunchiul cu țânțari. După ce au înconjurat perimetrul respectiv, au început atacul. Câte două sau trei furnici au început să atace țânțarii, să-i imobilizeze şi să-i care în spate. O dată aşezați în spatele câte unei furnici, acestea, însoțite de ajutoare, începeau transportul țânțarilor. Din când în când, furnicile se rânduiau la transportul prăzii. Desigur, țânțarii au fost transportați la muşuroi. Această relatare pare incredibilă însă acordăm toată încrederea celor doi etologi. Foarte important de reținut este modul în care furnicile au descoperit sursa de hrană şi, mai ales, modul în care şi-au organizat captura.

Cele două furnici s-au „trezit", pur şi simplu printre țânțari. Putem considera că au fost deranjate în activitatea lor şi chiar stresate, în momentul în care au fost răpite şi aşezate pe trunchi. Poate de aceea perioada lor de dezmeticire a durat mai mult. Revenindu-şi, acestea au sesizat situația şi au început să o analizeze. Au reuşit, cu „calculatorul" lor, să inventarieze țânțarii, să analizeze situația în care se găsesc, după care au pornit către suratele lor pentru a organiza captura. Au format o echipă de asalt, pentru a pune la punct acțiunea planificată.

Exagerăm în antropomorfizarea acțiunii, dar dorim să elucidăm faptul că, în dialogul lor semiotic, furnicile folosesc toate datele acumulate. În comunicarea realizată cu celelalte furnici s-au făcut înțelese şi au reuşit să organizeze echipa de asalt. Am putea considera că, pentru a asigura reuşita acțiunii, au trebuit să fie nu numai convingătoare, ci şi precise. Furnicile sunt insecte sociale, coloniale, care îşi conjugă acțiunile pentru a asigura bunăstarea coloniei. Fără o comunicare perfectă, fără un dialog semiotic nu se poate realiza nimic.

O situație oarecum paradoxală o întâlnim la gâştele din specia *Phoeniculus purpureus* din Africa.[6] Este vorba de o specie de gâşte insectivore, care trăiesc în grupuri de 16-

20 de indivizi. Coloniile nu sunt mai mari, deoarece hrănirea ar fi dificilă. Ceea ce este foarte important de semnalat la această specie, este faptul că, din tot grupul care formează colonia, numai doi indivizi preiau funcția de reproducere. Deşi toți indivizii sunt normali şi pot să se reproducă, având aparatul genital perfect dezvoltat, numai doi preiau funcția de reproducere a grupului. Acesta este un exemplu tipic de comportare altruistă. O parte din indivizi nu participă la reproducere, pentru a nu provoca tulburări în organizarea coloniei. Este adevărat că albinele lucrătoare nu participă la reproducere, ca şi furnicile sau termitele lucrătoare, însă acestea nu au aparatul genital dezvoltat. La *Phoeniculus purpureus* însă, toți indivizii au aparatul genital perfect dezvoltat şi funcțional. Dacă cei doi indivizi care au preluat funcția de reproducere cad pradă unor răpitori, atunci o altă pereche le va lua locul. Nu se produce nici panică în grup şi nici dezorganizare. Orice situație ce apare se rezolvă în interesul grupului prin dialogul semiotic realizat între indivizi.

Fără o interpretare semiotică nu putem să înțelegem şi să ne explicăm perfecta organizare a vieții animalelor coloniale.

Şi mai subtilă însă ni se pare relația dintre specii în cadrul mutualismului simbiotic. Cultivarea ciupercilor de către furnicile din genul Atta, şi nu numai, a ajuns la o perfecțiune greu de imaginat. Însuşirea şi perfecționarea tehnicilor de lucru nu a ridicat probleme. Acestea se învață, se transmit de la o generație la alta. Problema este însă alta: de unde ştiu furnicile cu atâta exactitate pretențiile de viață ale ciupercilor? Cum stabilesc ele cerințele optime de temperatură, umiditate şi ventilație? Ne asumăm orice risc afirmând că, fără un dialog semiotic între parteneri, acest lucru nu s-ar realiza. Care sunt semnalele de bază? Nu ştim. Pot fi chimice, electrice sau de altă natură, însă dialogul semiotic apare ca o necesitate. Fie şi numai răspunsul pozitiv pe care partenerul îl dă la anumite încercări, tot despre comunicare este vorba.

Funcționalitatea coloniei se realizează pe baza dialogului semiotic purtat între partenerii aceleiaşi familii.

Diferențierea morfofuncțională a indivizilor din colonie (prin caste sau prin polietism) se realizează prin mecanisme biologice foarte bine puse la punct. Dacă în coloniile în care indivizii sunt legați fizic între ei se ajunge la formarea unor aşa-zise organe, pe seama unor indivizi, trebuie să recunoaştem că şi în coloniile insectelor sociale se diferențiază tot un fel de „organe", reprezentate prin diferite tipuri de caste, sau forme de polietism, ce conduc la realizarea unor funcții indispensabile asigurării integralității sistemului, adică **coloniei.**

Fără un dialog semiotic între parteneri nu se poate realiza nimic. Deci, dimensiunile biosemiotice ale structurilor coloniale sunt evidente.

NOTE

1. Edward O. Wilson, 1980 Sociobiologia, Ed. Trei, Bucureşti, p. 291

2. Idem, p. 289

3. W.L. Brown, Thomas Eisner, citați de Ed. O. Wilson în lucrarea menționată la punctul 1

4. Ed.O. Wilson – opera citată

5. Hoffmeyer Jesper, 1996 – Signs of Meaning in the Universe. Indiana University Press

6. Mustață Gh., Mustață Mariana, 2001 – Origine, evoluție şi evoluționism. „V. Goldiş" University Press, Arad, p. 246

IX. DIMENSIUNILE BIOSEMIOTICE ALE SIMBIOZEI

Mutualismul simbiotic se bazează atât pe interrelațiile complexe cât şi pe soluțiile care se stabilesc între speciile participante la realizarea acestui „întreg" biologic. În cadrul mutualismului simbiotic, nu trebuie acreditată ideea că asocierea va conduce, de fiecare dată, la formarea unui organism nou, ca în cazul lichenilor. Întregul care se edifică are diferite grade de metamorfozare. Relațiile dintre speciile care se asociază sunt uneori atât de subtile şi de neaşteptate, încât sunt foarte greu de explicat pe baza principiilor clasice. De aceea, este tot mai accentuată tendința de a interpreta anumite fenomene biologice pe baza principiilor biosemiotice. Că o anumită specie de furnică a reuşit, în evoluția sa, să pună la punct tehnica înființării şi întreținerii unor grădini de ciuperci, pe care să le folosească pentru hrană, pare a nu mai surprinde pe nimeni. Că o specie de ciuperci parazite poate ataca şi produce pagube în grădinile de ciuperci ale furnicilor capătă explicația cea mai firească. Dar faptul că o specie de furnici aplică o metodă biologică pentru combaterea unor astfel de ciuperci parazite, folosind o bacterie din genul *Streptomyces,* pe care o cultivă pe propriul corp, nu mai poate găsi o explicație la îndemâna oricui. Doar biosemiotica ne oferă posibilitatea de a descifra discursurile semiotice dintre specii şi de a pătrunde în înțelegerea semiosferei ca fenomen cosmic, oferind o explicație cuprinzătoare şi complexei probleme puse în discuție.

Ca fenomen biologic, simbioza presupune un amplu schimb de informații între parteneri. Suntem convinşi că evoluția nu maximizează doar complexitatea şi conținutul informațional, ci şi interacțiunile semiotice şi chiar libertatea semiotică.

Cu cât individul, sau specia, vor realiza un discurs eco-semiotic mai convingător, cu atât libertatea față de mediu va fi mai mare: cu cât discursul eco-semiotic va

deveni mai complex, cu atât gradul de libertate față de mediu va fi mai mare. Cu cât evoluția favorizează implementarea unor modele interactive, din ce în ce mai rafinate, între specii, cu atât se va deschide calea pentru o multitudine de interacțiuni fizice şi funcționale între specii.

În procesul evolutiv, putem desprinde un aspect de joc (ludic) al interrelațiilor, umbrit însă de atenția exagerată acordată selecției. Jocul este o activitate al cărei înțeles se găseşte în ea însăşi. După cum remarca **Gregory Bateson** (1979), caracteristic jocului este faptul că propune o soluție pentru acele contexte în care actele care îl constituie au alt tip de relevanță decât cea pe care ar fi avut-o într-un non-joc. **Bateson** sugerează că jocul permite stabilirea şi exploatarea unor relații, opuse ritualului, care asigură întărirea relației. În măsura în care natura este implicată într-o explorare deschisă, nestabilizată, a relațiilor dintre sisteme, la diverse niveluri de complexitate, ea manifestă de fapt un comportament ludic. Jocul naturii (comportamentul ludic) este, adesea, tot atât de eficient ca şi selecția naturală.[1]

Discursul eco-semiotic este deosebit de complex şi conține în el elemente de joc. Selecția triază lucrurile, fixează comportamente, morfologii sau genotipuri, favorizând sau oprind un joc şi permițând începerea unor noi jocuri.

Dacă vom canaliza analiza relațiilor dintre specii pe această direcție, vom descoperi jocul la tot pasul în lumea vie.

În urmă cu 50 de milioane de ani, o specie de furnică a intrat în interacțiune cu o specie de fungi din familia Lepiotaceae (Agaricales: din grupa Basidiomycotina). Pe parcursul evoluției, atât numărul de specii de furnici cât şi numărul de specii de ciuperci cu care au intrat în legătură a crescut.

Succesul cultivării fungilor de către furnicile din tribul Attini, furnici tăietoare de frunze, este bine cunoscut. Speciile genurilor *Acromyrmex* şi *Atta* sunt dominante în regiunea neotropicală.

J. Belt şi **F. Müller** (1999) s-au ocupat de furnicile sud-americane **sauba**, sau **furnicile cu umbreluță.** În anumite

zone, se pot întâlni coloane de 30-40 m de furnici, cărând bucăți de frunze către muşuroi. În cadrul acestor uriaşe familii de furnici există o diviziune a muncii foarte bine pusă la punct. Unele furnici „**tăietoarele"** se urcă în arbori şi taie frunzele de la pețiol. Frunzele căzute sunt preluate de „**croitorese**", care decupează diferite porțiuni sub formă de cercuri sau semicercuri. Totul este valorificat. Bucățile croite sunt luate de „**cărătoare**" şi duse la cuib. O coloană de **sauba** poate defolia într-o noapte 2-3 copaci.

În muşuroi, frunzele sunt preluate de alte lucrătoare, numite „**tocătoare**". Ele mărunțesc frunzele, le amestecă cu salivă şi le pun pe fundul unor camere speciale din subterană.

Se formează astfel un pat (aşternut) de frunze mestecate, peste care furnicile varsă secreții şi excremente. După îngroşarea substratului, furnicile „**grădinari**" aduc din alte încăperi spori de ciuperci, pe care îi însămânțează. În scurt timp, masa de lucru este acoperită de hifele alburii ale ciupercilor. Furnicile grădinari au grijă să taie ciupercile, astfel ca să nu apară corpi de fructificare. La capătul unor hife se formează nişte umflături bogate în proteine, numite **„gulii"** (gongylidia) ale furnicilor, cu care se hrănesc larvele şi adulții.

Trebuie să precizăm că furnicile desfăşoară tot felul de activități de îngrijire a culturilor de ciuperci şi de asigurare a temperaturii constante (în jur de 25° C) a umidității (de circa 50-60%) şi a curenților de aer.

Elucidarea tuturor acestor aspecte a dezvăluit unele forme de comportament, aparent incredibile şi oricum foarte greu de explicat. Pornind de la un joc, de la stabilirea relației dintre furnici şi unele ciuperci, s-a ajuns la un **discurs semiotic** foarte complex, care este mai curând o narațiune decât un **dialog semiotic**. Dialogul semiotic s-a complicat pe parcursul a peste 50 de milioane de ani. Logica discursului eco-semiotic a favorizat creşterea complexității sale, iar selecția naturală a triat cele mai eficiente variante.

Discursul eco-semiotic s-a răspândit la foarte multe specii de furnici.

S-au stabilit astfel relații de mutualism simbiotic, în cadrul cărora speciile care intră în contact să depindă în existența lor unele de altele. Relațiile de mutualism simbiotic au favorizat apariția unor structuri funcționale, care să asigure dezvoltarea jocului. Furnicile trebuie să asigure întreținerea culturilor de ciuperci şi a formelor de iernare.

Pare incredibil, dar o anumită categorie de femele şi matca posedă organe speciale, numite **micetoame**. Localizarea lor variază de la o specie la alta. O altă adaptare interesantă determinată de mutualismul simbiotic este legată de propagarea fungilor de către insecte. În perioada de iernare, sporii de fungi sunt menținuți în stare **levuriformă**. Ei sunt depozitați în spații speciale, numai de către femele, care secretă nişte produse uleioase, cu funcție multiplă:

- asigură adeziunea mecanică a sporilor;
- au rol nutritiv;
- asigură menținerea culturii în stare pură, având efect antimicrobian.

În timp, dialogul semiotic dintre speciile de furnici şi cele de fungi a atins dimensiuni nebănuite. Iată, însă că în culturile de ciuperci ale furnicilor reuşeşte să se strecoare o ciupercă parazită, ***Escovopsis,*** din grupa Ascomycotina. Această ciupercă s-a specializat în parazitarea grădinilor de ciuperci ale furnicilor. Nu se ştie de când această ciupercă s-a asociat cu furnicile şi cu culturile de ciuperci. Cert este însă că pagubele produse culturilor de ciuperci sunt considerabile. *Escovopsis* ajunge în culturi cu ajutorul furnicilor, care îi transportă involuntar sporii. Grădinile se aflau în faza de dezastru, cu consecințe nebănuite pentru ambele specii, implicate în mutualismul simbiotic, cu atât mai mult cu cât unele specii de ciuperci nu pot exista decât în culturile efectuate de furnici. Ce se putea face într-o asemenea situație? Cum ar fi putut fi evitat dezastrul total? Antropomorfic gândind, există doar o singură soluție: combaterea ciupercii. Pare o glumă. Cum să se realizeze practic combaterea ciupercii? Am putea continua cu gluma. Pe cale biologică. Este adevărat, diferite specii de furnici crescătoare de ciuperci se asociază cu bacterii din

genul *Streptomyces,* dintre Actiniomycete, şi reuşesc combaterea ciupercii parazite.

Este vorba aici de o nouă formă de simbioză mutualistă. Furnicile realizează culturi de *Streptomyces* pe corpul lor. Culturile sunt localizate în anumite părți ale corpului, diferite de la o specie la alta. Zonele pentru culturile lui *Streptomyces* sunt bine delimitate şi sunt puse în legătură cu anumite glande, care favorizează instalarea coloniei şi întreținerea sa. Creşterea lui *Streptomyces* este realizată numai şi numai de femele, deoarece numai ele o pot transmite pe verticală (de la o generație la alta şi de la un muşuroi la altul). Speciile din genurile de furnici crescătoare de ciuperci *Myrmicocrypta, Apterostigma* şi *Mycrocepurus* realizează cultura de *Streptomyces* sub picioarele anterioare şi pe propleure, iar cele din genurile *Cyphomyrmex, Trachymyrmex* şi *Acromyrmex* - pe părțile laterocervicale şi pe propleure. (**Cameron P. Currie** et coll. (1999)[2]; **Ted R. Schultz** (1999))[3].

Bacteria este asociată speciilor studiate pe bază filogenetică a genurilor: *Myrmicocrypta* şi *Aptenostigma*, derivate din genurile de furnici tăietoare de frunze *Acromyrmex* şi *Atta*.

Secrețiile lui *Streptomyces*, asociat furnicilor crescătoare de fungi, au proprietăți antifungice miraculoase. Efectele inhibitorii asupra lui *Escovopsis* au fost clar evidențiate în toate experimentele efectuate. După cum precizează **Cameron P. Currie** et coll. (1999)[4], creşterea fungilor sub influența secrețiilor lui *Streptomyces* este inhibată până la un procentaj de 73%.

Cercetările privind influența lui *Streptomyces* asupra ciupercilor crescute din speciile genului *Apterostigma* au scos în evidență o sporire a ritmului de creştere a ciupercilor. Biomasa culturilor de ciuperci creşte cu 47,9%, creşterea fiind favorizată de enzimele, vitaminele şi aminoacizii care se găsesc în exudatele bacteriei.

Deci, *Streptomyces* are o acțiune antifungică selectivă, acționând inhibitor asupra lui *Escovopsis*, şi în acelaşi timp acțiune probiotică (benefică) asupra ciupercilor Leucopirini din culturile îngrijite de furnici.

Relațiile dintre ciupercile din culturi şi *Streptomyces* sunt relații de mutualism simbiotic căci, prin exudatele lor, Leucopirinii întreţin culturile de *Streptomyces* trecând prin culturile de ciuperci furnicile pun pe *Streptomyces* în contact atât cu *Escovopsis* cât şi cu Leucopirinii.

În acelaşi timp, putem descoperi relații de mutualism simbiotic între *Streptomyces* şi furnicile atine. În cazul speciei *Acromyrmex octospinosus,* colonia de *Streptomyces* se instalează pe propleure şi pe prosternite. În această zonă se găsesc glande care produc secreții benefice pentru *Streptomyces.*

Streptomyces are o acțiune pozitivă indirectă asupra lui *Acromyrmex octospinosus* pe două căi: prin inhibarea lui *Escovopsis* şi prin protecția şi stimularea ciupercilor din Leucopirini în culturile efectuate de furnici. După cum afirmau **Cameron P. Currie** şi **James A. Scott,** putem evidenția aici o simbioză de gradul III.[5] Apare, deci, cel de-al treilea termen, reprezentat de ciupercile din tribul Leucopirini şi *Streptomyces.*

În acest mod se realizează un mutualism simbiotic între:

1. furnicile din tribul Attini şi ciupercile din tribul Leucopirini;

2. furnicile din tribul Attini şi actinomicete din genul *Streptomyces;*

3. ciupercile din tribul Leucopirini şi *Streptomyces*.

Aceste interrelații, bazate pe mutualism simbiotic, ar putea fi schematizate astfel (fig. 9.1).

Putem vorbi atât de o simbioză de gradul III, adică cu trei termeni, ceea ce este un caz particular, nebănuit până acum, chiar dacă ar putea fi destul de răspândit, cât şi de o dublă simbioză a furnicilor attine. Evidențiem deci, o simbioză de tip mutualist a furnicilor cu ciupercile din Leucopirini şi o a doua, tot de tip mutualist, cu *Streptomyces.* Nu această simbioză dublă are o semnificație evolutivă şi adaptativă deosebită, ci faptul că între ciupercile din tribul Leucopirini aflate în grădinile furnicilor şi *Streptomyces* se stabilesc relații reciproce, şi nu unilaterale. Leucopirinii sunt, pe de o parte salvați de atacul

lui *Escovopsis*, iar pe de altă parte sunt stimulați în creştere şi nutriție. La rândul lor, Leucopirinii influențează creşterea lui *Streptomyces* prin exudatele lor cu funcție nutritivă. Dialogul semiotic dintre Leucopirini şi *Streptomyces* este de o subtilitate încă neelucidată.

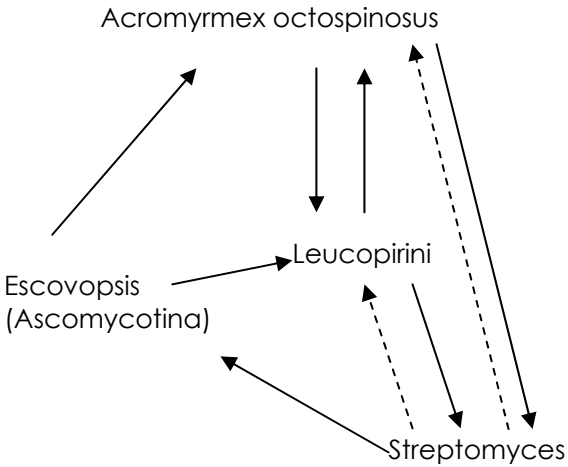

Fig. 9.1 Mutualismul simbiotic de grad superior

Dar ceea ce este cu adevărat greu de rezolvat în acest complex biocenotic este interacțiunea furnicilor cu ciupercile, adică abandonarea de către ele, în mare parte, a nutriției de tip carnivor (prădător) şi trecerea la un consum de ciuperci, nemaiîntâlnit în lumea animală, fiind vorba aici de realizarea unei culturi de ciuperci destinată hranei. Cum vom explica apariția şi dezvoltarea unei astfel de strategii pe calea selecției naturale? Cum vom explica apariția unor mutații canalizate pe direcția realizării acestei strategii? Dacă nu vom analiza aceste relații complexe prin prisma principiilor biosemiotice, nu vom putea înțelege nimic.

Relațiile furnicilor cu ciupercile şi cu alte grupe de organisme sunt extrem de complexe şi de subtile. După cum remarcă **Maria Magdalena Zamfirache** şi **C. Toma** (2005) fungii se asociază cu un număr impresionant de

plante (briofite, pteridofite, cormofite) formând micorize[6]. Simbioza micoriziană prezintă anumite caracteristici proprii organismelor indeterminate. **C. Toma** şi **Irina Toma** (2006) elucidează unele aspecte subtile caracteristice micorizelor.[7] Ceea ce se întâmplă însă în relațiile stabilite între fungi şi insecte depăşeşte orice aşteptare.

După cum remarcă **C. Toma**, în furnicarele de *Lasius fuliginosus* este cultivată specia *Macrosporium myrmecophylum*. În trunchiurile unor arbori bătrâni, în scorburi, furnicile fărâmițează şi prelucrează resturile vegetale, le amestecă cu pământ şi le impregnează cu diferite secreții şi cu dejecții. Acest substrat bine pregătit şi fertilizat este apoi însămânțat cu sporii ciupercii.

Dacă în lumea furnicilor am putea stabili unele relații filogenetice între speciile cultivatoare de ciuperci, trebuie să arătăm că această practică este proprie şi altor grupe de insecte. Unele specii de termite cresc ciuperci în termitiere însă, spre deosebire de furnici permit formarea corpilor de „**fructificare**", pe care îi consumă cu plăcere.

Pentru a înțelege relațiile subtile dintre specii, trebuie să pornim de la interpretarea corectă a dialogului semiotic,. Codurile ființelor vii sunt duale. Codul dual presupune o stabilă influență reciprocă, genetică şi ecologică, dinamică şi sincronică, verticală şi orizontală în funcționarea organismelor.

Fiecare specie îşi are propria istorie naturală, ceea ce corespunde istoriei naturale a semnificației semnelor. Dimensiunile semiotice sunt caracteristice tuturor speciilor, de la cele mai primitive până la cele mai evoluate, deoarece toate emit, primesc şi prelucrează semnale cu o anumită semnificație.

După cum consideră **Jasper Hoffmeyer,** corpul efectuează interpretări ale situațiilor noi care apar în peristază. Răspunsul este subiectiv, iar subiectivitatea este o emanație a organizării organismului, ca rezultat al unui proces semiotic de interpretare a semnalelor primite în contextul în care organismul trăieşte.[8]

Considerăm că **J. Hoffmeyer** are dreptate atunci când afirmă că: „*orice organism simte şi înțelege ceva*

despre el".[9] Trebuie să înțelegem odată pentru totdeauna că organismele conştientizează relațiile dintre ele, că organismele îşi construiesc un **Umwelt** în funcție de modul în care reuşesc să intre în dialog cu peristaza.

Înțelegerea dialogului complex care se dezvoltă în cadrul complexului analizat are la bază al nouălea principiu al lui **Jasper Hoffmeyer**, acela că: „*oriunde apare un nou obicei, el tinde să devină semnal pentru cineva*".[10] Interrelațiile dintre aceste specii sunt bazate pe o rețea amplă de obiceiuri şi, deci, de semnale. Dialogul semiotic creat ne conduce, cu siguranță, la descoperirea semiosferei ca fenomen cosmic.

Să încercăm să individualizăm nişa ecologică a fiecărei specii din această triplă simbioză. Va trebui să urmărim fiecare specie în evoluția sa, însă acest lucru nu va fi suficient; pentru a putea înțelege complexul de ansamblu vom fi obligați să descoperim, în acelaşi timp, nişa semiotică a fiecărei specii.

Relațiile dintre speciile complexului simbiotic asigură un anumit grad de libertate față de mediu. Speciile depind în existența lor unele de altele, însă gradul de libertate câştigat este considerabil. Creşterea libertății semiotice se opune forțelor selective la un nivel mai înalt.

Acest mod de a gândi vitalul ne trimite la „*Gramatica generativă a sistemului imun*" a lui **Niels Jerne**, care atrage atenția că relațiile dintre organisme nu sunt cuvinte izolate, aşezate într-un vocabular, şi nici fraze independente, care nu pot fi asociate între ele, ci ele se constituie într-o narațiune coerentă, logică, în care fiecare componentă participă la edificarea întregului. Bazându-se pe gramatică generativă, semiosfera realizează un discurs narativ de înaltă perfecțiune şi subtilitate.

Mutualismul simbiotic reprezintă un fenomen biologic bazat pe dialogul semiotic stabilit, în procesul evoluției, între două sau mai multe specii. Simbioza nu se realizează decât între speciile care dezvoltă între ele un dialog semiotic coerent, integrat perfect în semiosferă. Chiar în situația în care, aparent, o specie ar constrânge-o pe alta în vederea unei convietuiri aducătoare de beneficii,

realitatea ne probează că este vorba de un discurs semiotic coerent, bazat pe o gramatică generativă funcțională, care permite funcționarea sistemului la parametri optimi.

Fără o interpretare biosemiotică subtilă, nu vom putea înțelege semnificația mutualismului simbiotic în lumea vie şi importanța acestuia în explicarea evoluției ca fenomen biologic.

NOTE

1. Bateson Gregory, 1979 – Mind and Nature: A Necesary Unity. London Wildwood House

2. Curie P.C. Scott, A.F. Summerbell, C.R. Malloch, 1999 – Fungus-growing ants use antibiotic producing bacteria to control garden parasites. Nature 398: 701-703

3. Schultz R. ted, 1999 – Ants, plants and antibiotics. Nature, 398: 747-748

4. Ibidem

5. Ibidem

6. Zamfirache Maria-Magdalena, Toma C., 2005 – Simbioza în regnul vegetal. Mem. Sect. St. Acad. Române, seria IV, Tom XXV, 2002: 37-84, Bucureşti

7. Toma C., Toma Irina, 2006 – Simbioza micoriziană, Mem. Sect. St. Acad. Române, seria IV, Tom XXVII, 2004: 123-149, Bucureşti

8. Hoffmeyer Jesper, 1996 – Signs of Meaning in the Universe. Indiana University Press

9. Hoffmeyer Jesper, 1995 – The Unfolding Semiosphere. In Gertrudis van de Vijver, Stanley and Manuela Delpos. Eds Procudings of the International Seminar on Evolutionary Systems. Vienna: farthconing

10. Hoffmeyer Jesper – The Semiotic Body – Mind. Cruzeiro Semiótico special issue in honor of Professor Thomas Sebeok.

X. DIMENSIUNILE ECOSISTEMICE ALE SIMBIOZEI

Robert Ulanowicz (1987) a prezintă unele aspecte interesante privind nutriția otrățelului de apă (*Utricularia* sp.). *Utricularia* face parte din categoria plantelor carnivore de apă. Nu prezintă rădăcină, iar pe frunze se instalează o serie de bacterii şi de alge care formează un perifiton. Toate speciile de *Utricularia* sunt acoperite de perifiton. Se pare că *Utricularia* sintetizează unele zaharuri complexe cu rol important în fixarea unor alge.

Otrățelul contribuie în mare măsură la dezvoltarea perifitonului. În primul rând, el oferă algelor şi bacteriilor un suport pe care să se perindă şi să se mențină în masa apei. Apoi, în urnele care servesc pentru prinderea animalelor mărunte se creează un mediu care poate fi considerat un ecosistem particular. Pe pereții urnelor se fixează perifitonul. În apa reținută de urne pătrund protiste (ciliate) şi animale din grupele: rotifere, copepode, cladocere etc., care îşi găsesc surse de hrană în acest mediu. Toate acestea fac parte din zooplancton.

Urnele otrățelului se încarcă cu perifiton atât la exterior cât şi la interior. Zooplanctonul pătruns în interior se hrăneşte cu perifiton. Când la deschiderea urnei, unii reprezentanți ai zooplanctonului pătrund din mediul extern, atunci perii care închid urna, asemenea unor cili, se înfundă, iar presiunea negativă astfel formată determină absorbirea acestora. În interiorul urnei, zooplancterii captați sunt supuşi digerării, ca urmare a secreției unor enzime digestive de către unele structuri specializate. Substanțele nutritive rezultate în urma digestiei sunt absorbite de pereții urnei. În mediul din interiorul urnei se găsesc mai multe specii, care stabilesc între ele anumite tipuri de interrelații.

Otrățelul îşi suplimentează hrana cu nutrienți de origine animală proveniți prin digerarea zooplanctonului. Totuşi, speciile zooplanctonice sunt avantajate în acest

mediu, deoarece se hrănesc cu speciile care formează perifitonul. Perifitonul este dependent de otrățel atât prin substratul oferit, cât şi prin mediul special creat. Zooplanctonul pătruns în urnă se hrăneşte cu perifiton, însă realizează şi o reglare a sa numerică. Cu alte cuvinte, în vezicula (utricula) otrățelului se stabilesc între specii o serie de interrelații care formează ceea ce numim un **mutualism indirect.** Speciile componente ale acestui ecosistem minuscul, dar bine delimitat, depind unele de altele în existența lor.

Ulanowicz sesizează o caracteristică specială a acestor interrelații. Otrățelul de apă se hrăneşte cu zooplanctonul pătruns în urnă. Acesta nu este consumat rapid şi integral, ca în stomacul unui animal. Zooplancterii îşi continuă o anumită perioadă existența, numărul lor fiind menținut la un anumit nivel prin pătrunderea de noi indivizi. Zooplancterii sunt favorizați deoarece au acces la perifiton, cu care se şi hrănesc. Cu cât otrățelul creşte, cu atât şi biomasa perifitonului creşte. Chiar dacă este consumat de zooplancton, perifitonul se menține la un optim numeric şi este mereu împrospătat. **Ulanowicz** consideră că este vorba aici de un fel de **autocataliză**. Autocataliza include reacții chimice care interacționează, asigurând astfel accelerarea lor. Organizarea ciclurilor autocatalitice la nivelul speciilor este oarecum diferită aici, deoarece viețuitoarele interdependente sunt adaptabile. În acest fel, se induce o autonomie autoorganizatorică a sistemelor autocatalitice, absentă la sistemele chimice. **Ulanowicz** descoperă procesul de autoorganizare la nivelul unui ecosistem de dimensiuni reduse, care reprezintă de fapt o bioskenă.

Tot **Ulanowicz** vorbeşte despre caracterul centripet al unui astfel de sistem.[2] Atunci când se măreşte viteza cu care materia şi energia pătrund într-un compartiment al sistemului (cum ar fi perifitonul) capacitatea acestui compartiment de a cataliza componentul următor (zooplanctonul) sporeşte, ceea ce se reflectă şi în creşterea şi dezvoltarea otrățelului (chiar a urnelor funcționale).

Ansamblul autocatalitic se comportă ca un

epicentru spre care converg cantități din ce în ce mai mari de energie şi substanță, pe care sistemul le direcționează spre el însuşi. Caracterul centripet al sistemului ne conduce la ideea individualității. Sistemul, în totalitatea sa, prinde contur.

Pentru a evidenția această subtilitate, **Ulanowicz** îl citează pe **Karl Popper**, care spunea: „*Heraclitus a avut dreptate. Noi nu suntem lucruri ci flăcări*", sau mai prozaic: „*suntem la fel ca şi celulele, procese ale metabolismului, rețea de reacții chimice, sau suntem un furnicar de furnici care furnică*".[3]

Speciile din ecosistemul format în urna otrățelului ard ca nişte flăcări pentru a-şi menține propria existență în sistem. Ele se comportă asemenea rețelelor de reacții chimice ale metabolismului, care se autoîntrețin şi se autoregenerează. Surprindem foarte bine aici conceptul de organizare a vitalului în rețelele autopoietice. În acest caz însă, o astfel de rețea funcționează la nivelul unui ecosistem.

Sistemele biologice se autoregenerează. Chiar edificarea organismului uman se realizează pe baza naşterilor şi a morților celulare. Corpul nostru se edifică arzând („*nu suntem lucruri ci flăcări*"). Ne schimbăm esențial componentele celulare, dar rămânem la aceleaşi structuri. Funcționăm perpetuu, deşi nu mai suntem aceeiaşi de la o perioadă la alta. Ca oameni, nu ne identificăm doar cu constituenții materiali care formează trupul nostru. Esența noastră umană se află deasupra lor, deşi se bazează pe ei. Aşa cum „**Fuga lui Bethoween**" poate fi considerată ca existând chiar şi atunci când nu este cântată, tot aşa şi sistemele biologice (şi ființa noastră) îşi au existența în însăşi succesiunea structurilor care se autoorganizează şi autoregenerează.

Cel mai adesea, sistemele autocatalitice, durează mai mult decât speciile constituente, care au o durată de viață limitată şi obligă ca modificările viabile ale grupului să fie deschise procesului de evoluție.

Modelul funcționării ciclului autocatalitic al otrățelului conduce către unele aspecte filosofice. Se

poate pune problema cauzalității în explicarea comportamentului sistemelor biologice, sau se pune problema relansării concepției privitoare la cauzalitate. Din cele patru tipuri de cauzalitate pe care le-a identificat **Aristotel**, doar una, cea a **eficienței,** a supraviețuit revoluției newtoniene. **Cauzele materiale** s-au dispensat, cel mai adesea, de condițiile inițiale, **cauzele formale** au fost mult reduse, iar **cauzele finale** au fost respinse definitiv.

Robert Rosen (1991) considera că nu putem înțelege sistemele biologice dacă nu ținem cont de aspectele cauzale.[4]

Dacă analizăm rețeaua trofică autocatalitică de la otrățelul de apă şi ne întrebăm de ce o anumită specie (specia D) este prezentă în acest spațiu ecologic, răspunsul pe care îl vom găsi este că prezența speciei D se explică prin necesitatea realizării ciclului autocatalitic ca un tot unitar. Dacă nu ar fi existat un astfel de ciclu autocatalitic, speciile A, B, C şi D n-ar fi fost grupate astfel.

Astfel, organizarea autocatalitică este operativă, ca o cauză formală pentru prezența speciei D în legătură cu perifitonul otrățelului de apă.

Ciclul autocatalitic nu există în afara componentelor sale, care însă nu-l caracterizează în întregime. Ciclul este format dintr-o serie de specii de zooplancteri şi de perifiton, însă nu este esențial caracterizat de o anumită specie, o dată ce orice specie poate fi înlocuită de alta. Nu contează atât de mult nici numărul de specii care realizează ciclul autocatalitic la un moment dat, deoarece unele specii pot fi eliminate sau altele noi pot pătrunde. Luând în considerație numai componentele sale, proprietățile ciclului se schimbă în mod previzibil de-a lungul timpului, în aşa fel încât se poate asigura o succesiune a speciilor. Ciclul poate fi văzut cel mai bine ca antrenând activitățile componentelor sale asemenea mecanismului care funcționează între organism şi celulele sale. El conturează întregul, impune anumite condiții şi durează mai mult timp decât perioada de interacțiune a componentelor sale.

Interdependența indirectă a otrățelului de apă creează o asimetrie în ecosistem, în sensul că aceasta deviază fluxul de energie, precum şi celelalte resurse, creând astfel o altă organizare sau, cum spune **Ulanowicz,** o **altă rețea de informații interdependente în ecosistem**. Cu alte cuvinte, există un număr de factori, alții decât interdependența directă, care pot face ca resursele întregului sistem, sau rețeaua de informații interdependente să evolueze sau să fie eliminate: „*Interdependența indirectă este un caz special prin faptul că se caracterizează printr-o asimetrie a probabilităților, o tendință care favorizează şi mărimea sistemului şi organizarea sa*".[5]

NOTE

1. Ulanowicz, R.E., Hannon, B.M., 1987 – Life and the production of entropy. Proceedings of the Royal Society, B. 232, p. 181-192

2. Ulanowicz, R.E., 1987 – Growth and Development: Ecosystem of entropy. Phenomenology New York, Springer

3. Ibidem

4. Rosen, R., 1991 – Life itself. New York, Columbia University Press

5. Ulanowicz R.E., 1987 – opera citată

XI. VIAȚA CA O METAFORĂ

Nu este prea mult? Încercăm să găsim o definiție a vieții şi nu reuşim să ne oprim asupra uneia care să ne satisfacă pe deplin. Am convenit să urmărim mai curând caracteristicile vieții pentru a lumina când o fațetă, când alta a fenomenului vital.

Ce dorim să înțelegem prin expresia „viața ca o metaforă"?

Conform **Dicționarului de neologisme** metafora este „*o figură de stil care constă în a atribui unui cuvânt un înțeles nou pe baza unei comparații subînțelese*".[1]

Pentru a ne convinge asupra faptului că metafora este unul din procesele fundamentale ale gândirii umane, **Ştefan Avădanei** ne oferă câteva mostre de metafore, între care una privind viața:

„*Viața ca: o călătorie, urmărire, căutare, aventură, tranzacție, luptă/război, vânătoare, „pradă", fugă, cursă, curgere, trecere, etapă, („prilej pentru") durere, bucurie, vis (al morții eterne), coşmar, carte, ficțiune, drum, râu, întrebare/răspuns, trecut – viitor – prezent, joc, glumă, farsă, sport, întrecere, dans, mister, lumină, ezitare, hiat, eroare, păcăleală, dar, dat, minune, mister, ciclu temporal, ghicitoare, chin, blestem, boală, sclavie, domnie, picnic, serbare, piesă (comedie – tragedie – dramă), fir/ață…*".[2]

La toate acestea vom adăuga şi noi că „viața este o metaforă". Vom fi pe linia gândirii lui **Emerson** (1994), care considera că: „*Întreaga natură este o metaforă a naturii umane*".[3]

În biologie, metafora este presărată la tot pasul. Evoluția vieții este concepută ca un arbore genealogic (filogenetic), care îşi înfige rădăcinile în substanța nevie şi îşi înalță ramurile spre lumină, tinzând spre perfecțiune (fără a ajunge vreodată la perfecțiune).

Arborii genealogici au fost concepuți pentru a ilustra originea nobilară a unor familii sau personalități. Biserica a

realizat arborii genealogici ai unor mari patriarhi biblici şi a lui Hristos, Fiul lui Dumnezeu, Cel întrupat, odrăslind din semința lui David. „Mielul" lui Dumnezeu, Cel ce ridică păcatele lumii, s-a întrupat pentru a putea realiza mântuirea creației divine şi restaurarea omului. Iată o metaforă cu rezonanță divină.

Arborele genealogic al vieții porneşte de la ființe inferioare, Procariote, care au apărut la începutul timpului biologic. Ele au cucerit Oceanul Planetar şi s-au adaptat la toate condițiile de mediu. Saltul evolutiv s-a realizat prin perfecționarea celulei, prin trecerea de la Procariote la Eucariote. Nu este vorba de trecerea de la un anumit tip de structură la altul. Apariția eucariotelor nu înseamnă scoaterea din funcțiune a procariotelor, sau dispariția acestora. Este vorba de depăşirea acestui stadiu prin apariția unui alt stadiu mai performant. Fiecare etapă din evoluția vieții reprezintă o „minune" a naturii, o realizare de excepție. Apariția primei ființe vii a fost, în toată simplitatea sa, victoria animatului asupra inanimatului, a fost „roata" care a deschis drumul evoluției. De aici a început manifestarea şi evoluția vieții.

Primele ființe vii (Monerele, după **Ernst Haeckel**) au fost depăşite structural şi funcțional începând chiar cu primele generații, acesta fiind mersul firesc al vieții ca fenomen cosmic. Asta nu înseamnă că primele ființe vii au fost rebuturi ale vieții. De la ele a început evoluția. Evoluția este o perpetuă căutare a noului, o tendință nedefinită către urcuş, o „**dorință internă către progres**", aşa cum s-a exprimat **J.B. Lamarck** atunci când a lansat teoria transformistă.

Eucariotele au cucerit timpul, spațiul şi înălțimile vieții.

Reprezentate de organisme unicelulare, în momentul apariției lor eucariotele au început apoi să se asocieze şi să formeze colonii mai simple sau mai complexe, trecând treptat către organisme pluricelulare. Ceea ce este foarte interesant şi merită toată atenția, este faptul că toate încercările vieții nu sunt şi nici nu au fost eliminate din tabloul lumii vii.

Saltul de la organismele eucariote unicelulare la cele pluricelulare a reprezentat „macaraua" (cârligul de boltă) care a ridicat spre înălțimi structurile vieții, dacă dorim să folosim o metaforă propusă de **Daniel Dennet (**1995).[4] De aici s-au deschis porțile evoluției şi s-au conturat cele trei direcții principale (către Plantae, Fungi şi Animalia).

Fiecare direcție a cunoscut o evoluție în etape succesive. Doar direcția de evoluție a lumii animale a păşit pe calea progresului nelimitat. Prin om viața a ajuns la gândire, la gândirea care se gândeşte pe sine. Prin om viața a ajuns la spirit, care tinde către Spiritul Universal.

Din nou atragem atenția asupra faptului că nici o etapă din evoluția vieții n-a fost ştearsă; toate etapele evoluției sunt păstrate funcționale. Chiar dacă în vârful arborelui filogenetic al vieții găsim ființele cele mai împlinite evolutiv, aceasta nu înseamnă că celelalte, de pe palierele evolutive inferioare, ar fi rebuturi ale vieții. Fiecare etapă a evoluției a reprezentat apogeul evolutiv al timpului biologic respectiv. Viața a tins şi va tinde perpetuu către desăvârşire.

Sunt filosofi şi chiar biologi care consideră că natura este neîmplinită şi că este plină de imperfecțiuni şi rebuturi; că omul trebuie să intervină în natură, s-o curețe de rebuturi şi s-o desăvârşească.

Numai nişte minți bolnave şi exaltate pot trata astfel natura.

„*Existența este o structură complexă de relații … Nimic nu-i identic cu nimic altceva, însă toate se aseamănă*", considera **Weller Embler** (1994).[5]

Acest comprimat de gândire se aplică perfect vieții. Nici o specie nu este identică cu nici o altă specie, însă trecerea de la o specie la alta este atât de gradată, atât de subtilă, încât cu greu poți realiza o separație tranşantă între specii. Mai mult decât atât, o delimitare tranşantă nu se poate realiza nici între regnuri, clase, ordine etc. Acest adevăr l-a sesizat şi l-a prezentat **Aristotel** în celebra sa „**scară a lucrurilor**". Ideile lui **Aristotel** aveau să fie amplu dezvoltate în Evul Mediu şi finalizate în aşa-numitul „**Marele lanț al ființei**". Sunt convingătoare în acest sens ideile lui

Addison, prezentate în ziarul său „**Spectator**", vorbind despre Scara Fiinţelor:

„*E minunat să observi prin ce progres gradual traversează Lumea Vieţii o prodigioasă varietate de specii înainte ca să se nască o fiinţă cu toate Simţurile complete … Acest proces în Natură este atât de gradul încât cea mai desăvârşită Specie Inferioară se apropie foarte mult de cea mai nedesăvârşită Specie a treptei care este imediat deasupra ei*".[5]

„*Nimic nu-i identic cu nimic altceva, însă toate se aseamănă*" se aplică perfect la înţelegerea vieţii. Fiecare fiinţă reprezintă un unicat în lumea vie. La „lozul" genetic un număr nu iese de două ori. Lumea vie este atât de diferită şi, totuşi, are ceva comun. Nota comună o dă informaţia genetică. Tot ce este viu pe această planetă vine de la aceeaşi rădăcină. Informaţia genetică este structurată după acelaşi model la virusuri, bacterii, protiste, plante, animale, fungi şi om.

Informaţia genetică este perfect împachetată şi protejată în moleculele de ADN sau de ARN. Structurată în cromozomi, informaţia genetică poate fi citită atunci când este nevoie. Impresionează cât de bine este structurată informaţia genetică în cromozomi. La toate fiinţele, inclusiv omul, întreaga ontogeneză este înscrisă în cromozomii din celula ou. Întreaga ontogeneză, de la prima diviziune a oului, până la fiinţa adultă şi de aici până la moartea naturală se desfăşoară conform programului genetic înscris în cromozomi. Acest program este citit şi se desfăşoară absolut algoritmic. Citirea acestui program este perfectă şi este transformată în structuri funcţionale.

De la începutul timpului biologic, informaţia genetică s-a structurat şi s-a amplificat constituind, aşa cum metaforic s-a exprimat **R. Dawkins** (2001), „*Un râu pornit din Eden*".[7] La primele organisme numărul de gene era extrem de redus şi acestea treceau din generaţie în generaţie asemenea apei unui izvor. Treptat, treptat, numărul izvoarelor s-a mărit, apa lor a început să conflueze şi să genereze pârâiaşe. Şi acestea s-au unit şi au format pâraie,

care s-au contopit într-un râu, care pornit din Eden se varsă în ocean, sau în „**Cartea Vieții**".

Codul genetic reprezintă o adevărată minune a naturii. Nu este inteligent, în sine, în schimb este inteligent structurat. Este folosit un alfabet format doar din patru litere, însă prin combinarea lor se obține o infinitate de combinații, ceea ce face ca fiecare individ să reprezinte un unicat genetic.

Citirea informației genetice se realizează cu uşurință şi fără greşeală. Zestrea genetică reprezintă „cartea genetică" a fiecărui individ. Nu există două cărți asemănătoare. Chiar şi la gemenii monozigoți pot apărea anumite mutații somatice care să-i diferențieze.

Indivizii nu trăiesc izolat, ci sunt grupați în demuri, populații şi specii. Populația îşi are constelația sa de gene, care îi asigură capacități adaptative nebănuite. O specie politipică este, cu siguranță, mai avantajată în evoluție decât una monotipică. Fiecare individ îşi are valoarea sa. Fiecare contribuie cu bagajul său genetic la bogăția genetică a speciei.

„Cartea genetică" a speciei este formată din totalitatea „cărților genetice" ale indivizilor. Oricât de mică ar fi „cartea genetică" a unui individ, prin însumare se obține „cartea genetică" a speciei. Între o specie cu câteva milioane de indivizi şi una cu doar câteva sute sau mii diferența este considerabilă. Folosind la nesfârşit metafora şi considerând că în „cartea vieții" unui individ este înscrisă doar o poezie, asta nu înseamnă că în „cartea vieții" unei specii poezia este copiată de mii sau milioane de ori. Într-un asemenea caz existența speciei n-ar avea nici un haz, nici o valoare adaptativă. Citind „cartea speciei" vei citi un milion de variante ale aceleaşi poezii, însă diferența dintre unele este atât de mare, încât merită să le citeşti absolut pe toate pentru a înțelege necesitatea existenței speciei.

Speciile nu trăiesc izolat, ele sunt componente ale unei anumite biocenoze. Prin asocierea lor în cadrul biocenozei, speciile dau naştere unui întreg. Biocenoza nu reprezintă o sumă e specii, ci un întreg în care părțile

componente depind în existența lor unele de altele, stabilind nesfârşite interrelații, care conferă întregului calități noi. În orice asociere, părțile pierd ceva, renunță la ceva, în schimb întregul câştigă calități noi. Calitățile întregului sunt atât de neaşteptate şi de benefice, încât nu putem găsi nici cea mai subtilă urmă care să ne probeze că ar fi generate de o anumită specie, sau de un grup de specii. Numai astfel putem înțelege esența vieții. În natură niciodată 1+1 nu fac 2, ci mai mult decât doi. Dacă o algă (dintr-o anumită specie) se asociază cu o ciupercă (dintr-o specie acceptată), trăind în simbioză, se formează o ființă nouă, care este încadrată între licheni.

Deşi recunoaştem prezența celor două specii simbiotice în structura lichenului, întregul reprezintă cu totul altceva. Cine sintetizează **lichenina**, sau **acizii lichenici**, alga sau ciuperca? Nici una, nici alta, ci numai întregul funcțional - **lichenul.**

Surpriza ar fi şi mai mare dacă am încerca să unim într-un volum unitar „cărțile vieții" aparținând celor două specii care formează lichenul. Nu poate fi vorba de o însumare, nici pe departe. Ar apărea o nouă „carte a vieții" fiind vorba, cu adevărat, de viața altei ființe.

Nu trebuie să insistăm asupra faptului că şi „cartea biocenozei" reprezintă o altă poveste a vieții. Biocenozele formând biosfera, ne vom ridica la înțelegerea întregului care înseamnă **viață** pe Terra. „Cartea Biosferei" este „Cartea Naturii", iar aceasta este „Cartea Vieții". Este mai greu de înțeles. Nu este vorba doar de o carte, ci de o bibliotecă, şi nu orice fel de bibliotecă, ci una imaginată de **Jorge Luis Borges** (1999) - **Biblioteca Babel**.

Biblioteca lui Borges este infinită şi reprezintă însăşi universul: „*Universul (pe care alții îl numesc bibliotecă), se compune dintr-un număr nedefinit şi poate infinit de coridoare hexagonale, cu lungi puțuri de ventilație în mijloc, înconjurate de prispe joase. De la fiecare hexagon să văd etajele inferioare şi superioare la nesfârşit…*".[8]

Ca să ne convingă asupra mărimii acestei biblioteci **Borges** spune mai departe: „*Eu afirm că Biblioteca este fără sfârşit. Idealiştii susțin că sălile hexagonale sunt o formă*

necesară a spațiului absolut sau, cel puțin, al intuiției noastre despre spațiu. Consideră că o sală triunghiulară sau pentagonală este de neconceput. (Misticii pretind că extazul le relevă o cameră circulară cu o mare carte circulară cu cotor continuu care înconjură toți pereții: dar mărturia lor este îndoielnică; cuvintele lor obscure. Această carte ciclică este Dumnezeu). Îmi este de-ajuns, acum, să repet dicționarul clasic: ***Biblioteca este o sferă al cărei centru perfect*** *este oricare hexagon şi a cărei circumferință este inaccesibilă*."

Încercăm să găsim „Cartea Vieții" în **Biblioteca Babel. Daniel Dennett** (1995) a descoperit în această bibliotecă o componentă foarte importantă, pe care a numit-o „**Biblioteca Mende**l". În această bibliotecă sunt înscrise genomurile tuturor ființelor. Mii de paliere sunt ocupate cu volume uriaşe dedicate structurii şi funcțiilor cromozomilor.

Alături de **Biblioteca Mendel** funcționează alta, tot atât de importantă, **Biblioteca Lorenz.** Gurile rele spun că aici sunt înscrise toate comportamentele şi că acestea ar fi luate în considerație la „**Dreapta Judecată**".

„**Biblioteca Vieții**" cuprinde mii de paliere în care sunt volume uriaşe în care este trecută ontogeneza fiecărui individ. Din momentul în care începe diviziunea celulei ou, deci se declanşează ontogeneza, încep să fie înregistrate toate etapele edificării noii ființe. Multe volume sunt goale, sau aproape goale. Unele au doar câteva file, deoarece ontogeneza ființelor respective n-a mai continuat din varii motive. Asta nu înseamnă că nu li s-a dedicat un volum. Viața ca fenomen trebuie să monitorizeze toate evenimentele manifestărilor vitale. De fapt, pentru fiecare individ se completează cel puțin trei volume, câte unul în fiecare din cele trei mari biblioteci (Biblioteca Ontogenezei, Biblioteca Mendel şi Biblioteca Lorenz). Bibliotecile sunt permanent funcționale şi sunt într-o strânsă conexiune. Peste tomurile din aceste biblioteci nu se aşterne praful. Bibliotecarii urmăresc cu atenție modul în care se înregistrează datele, fac toate conexiunile necesare, iar evenimentele cele mai importante sunt transmise nivelurilor

superioare, unde se scriu cărțile speciilor, cărțile biocenozelor, unele dintre informații ajungând până la „**Cartea Cărților**" sau „**Cartea Vieții**".

În **Biblioteca Lorenz** se înscriu toate comportamentele indivizilor. Totul se esențializează apoi, realizându-se ceea ce numim „**filmul vieții**", cu toate împlinirile şi neajunsurile persoanei respective, film care serveşte la „**Dreapta Judecată**". Şi pe care fiecare îl vizualizează la trecerea în eternitate.

„**Cărțile Ontogenezei**" se găsesc în miile de paliere inferioare ale **Bibliotecii Babel**. „**Cărțile speciilor**" se găsesc deasupra lor, iar „**Cărțile biocenozelor**" şi mai deasupra. Toate se găsesc într-o perfectă conexiune, totul comunică cu totul, iar deasupra tuturor se găseşte „**Marea Carte a Vieții**", care a fost deschisă la începutul timpului şi în care continuă să se înregistreze toate evenimentele majore.

Se impune să explicăm unele aspecte pentru a nu apărea o confuzie. În **Biblioteca Babel** se găsesc cărți care au fost scrise şi care pot fi citite oricând şi de oricine, ca în orice bibliotecă. O altă categorie de cărți este scrisă de observatori speciali în timpul existenței ființelor. La aceste cărți facem referiri când vorbim de cărți care sunt completate pe parcursul ontogenezei. Lumea vie este infinită. Asta nu înseamnă că indivizii sunt neînsemnați şi că dispar în torentul care formează „**Fluviul Vieții**", ce se varsă în **Biblioteca Babel**.

Toți indivizii sunt egali în fața vieții. Primesc viața ca să şi-o trăiască şi sunt judecați după activitatea şi faptele lor, fie că este vorba de un anonim oarecare, fie că este vorba de **Platon, Aristotel, Brâncuşi, Napoleon, Hitler** sau **Stalin**.

„**Marea Carte a Vieții**" pare să fie cartea circulară a lui **Borges**. Noi considerăm că este „**Cartea Creației**" a lui Hristos, car a fost pecetluită şi oferită Tatălui, iar la începutul timpului a fost deschisă şi deschisă rămâne până la „**Dreapta Judecată**".

Doar aşa putem gândi „**Viața ca o metaforă**".

NOTE

1. Marcu Florin, Mânescă Constantin, 1978 – Dicționar de neologisme. Ed. Academiei Române, Bucureşti

2. Avădanei Ştefan, 1994 – „La început a fost metafora", Ed. Virginia, Iaşi

3. Emerson, citat de Ştefan Avădanei, 1994 – în „La început a fost metafora", p. 118

4. Dennet Daniel, 1995 - Drawin's dangerous idea. Evolution and the Manings of Life.
New York Simon & Schuster

5. Weller Embler, citat de Ştefan Avădanei – opera citată, p. 6

6. Addison, citat de Lovejoi O. Arthur, 1997 – Marele lanț al ființei. Ed. Humanitas, Bucureşti

7. Dawkins R., 2001 – Un râu pornit din Eden. Codul genetic, computerul şi evoluția speciilor. Ed. Humanitas, Bucureşti

8. Borges J. Luis, 1999 – Opere vol. I. Ed. Univers, p. 304

POSTFAȚĂ

*Am acceptat cu plăcere, dar şi oarecum intrigat, să citesc cartea cunoscuților mei colegi de la Iaşi, Gheorghe şi Mariana Mustață „**Strategii evolutive şi semiotice ale vieții**". Am fost oarecum intrigat de titlul ales. Cele trei mari părți ale cărții sunt, de fapt, trei cărți asamblate într-o carte. Domnul şi doamna Mustață nu sunt la debut în ceea ce priveşte publicarea unor cărți; au devenit cunoscuți biologilor, şi nu numai, prin valoroasele tratate publicate până acum.*

Cartea de față reprezintă un Weltanshauung asupra vieții ca fenomen cosmic. Prin bogăția informațiilor şi prin punerea în discuție a noilor descoperiri şi mai ales a noilor interpretări ale structurilor şi proceselor vitale, cartea stârneşte interesul de la primele pagini.

Viața este un fenomen complex, iar descifrarea enigmelor vieții rămâne încă o problemă de perspectivă. Asta nu înseamnă co omul nu a încercat, în fiecare etapă a evoluției sale spirituale să-şi explice lumea, viața şi menirea sa în univers. Vom reveni asupra acestei probleme cruciale a cunoaşterii, pentru a aprecia unde am ajuns cu înțelegerea naturii şi a vieții.

Vă propun să ne apropiem de tematica abordată de autori în această carte şi să scoatem în evidență problemele supuse analizei.

În prima parte a cărții autorii îşi propun să prezinte unele concepte moderne privind esența vieții. Eterna întrebare: Ce este viața? nu este pusă doar retoric. Se caută un răspuns. Sunt de aceeaşi părere cu autorii că la această

întrebare nu putem da încă un răspuns mulțumitor. Deşi suntem trăitori, deci purtători ai fenomenului vital, încă nu am intuit pe deplin esența vieții. Viața este nesfârşit de complexă. Prin om viața se întreabă despre ea însăşi. Faptul că omul este frământat de problema esenței vieții reprezintă o încununare a succesului vieții pe Terra. Lipsa unui răspuns atotcuprinzător probează că viața, ca fenomen cosmic, mai are încă de urcat unele paliere.

Fiind o specie gânditoare, înseamnă că omul a început să-şi pună astfel de întrebări chiar din momentul afirmării sale ca specie pe deplin formată. Nu aflarea răspunsului prezintă maximă importanță, ci punerea întrebării. Primele ființe care şi-au pus o astfel de întrebare au fost primii oameni. Răspunsurile au fost şi vor fi mereu altele. Asta nu înseamnă că omenirea s-a găsit într-o continuă criză datorită faptului că nu a găsit răspunsul pe deplin edificator. Se pare că în fiecare etapă a evoluției sale, omul şi-a explicat, oarecum mulțumitor, lumea şi existența.

Două culmi ale gândirii umane par să fi pătruns în esența fenomenelor vieții: filosofia antică (chineză, indiană, greacă) şi Renaşterea. Rămâi impresionat de profunzimea filosofilor antici. ***Platon*** *şi* ***Aristotel*** *au atins cele mai subtile probleme ale existenței. Gândirea lui* ***Aristotel*** *despre materie şi formă îi preocupă şi astăzi pe filosofi. Chiar dacă* ***Mihai Drăgănescu*** *vorbeşte despre* ***ortoexistență****, atunci când pune la baza universului* ***lumatia*** *şi* ***informateria*** *nu face altceva decât să-l urmeze pe Aristotel. Gândirea lui Platon ne introduce în lumea*

Ideilor *fiind încă prezentă atât în filozofie cât şi în teosofie.*

Şi totuşi, acumulările din ultimul veac din domeniul ştiinţelor naturii au deschis direcţii nebănuite în descifrarea vieţii.

Întrebarea pusă de ***Erwin Schrödinger*** *„Ce este viaţa?" n-a fost o întrebare retorică. Biofizician cu intuiţie genială* ***Schrödinger*** *a analizat fenomenul vieţii în raport cu principiile termodinamice şi a descoperit că structurile vii sunt insule antientropice. Mai mult decât atât, a descoperit că viaţa se bazează pe două principii cardinale: realizează „****ordine din dezordine****" şi „****ordine din ordine****".*

Erwin Schrödinger *n-a dezlegat enigma vieţii, dar „****nici n-a vorbit în pustiu****". Prin ideile sale a stârnit interesul oamenilor de ştiinţă.*

Fără intenţia de a aborda esenţa şi originea vieţii, ***Norbert Wiener*** *punând bazele înţelegerii funcţionării sistemelor automate (maşini, fiinţe vii şi societatea umană) fundamentează o ştiinţă nouă –* ***cibernetica.***

Principiile cibernetice au facilitat înţelegerea unor structuri şi procese biologice complexe. Feed-back-ul a devenit piatra unghiulară a proceselor homeostatice şi stă la baza înţelegerii structurilor biologice caracterizate prin automatism:

A.I. Oparin *şi* ***J.B.S. Haldane*** *au intuit căile* ***autopoiezei,*** *care abia în ultimul deceniu prind să capete o semnificaţie aparte în înţelegerea proceselor de biogeneză. Datele experimentale privind obţinerea de substanţe organice abiogene, într-o atmosferă prebiotică reducătoare simulată în laborator, prin folosirea unor forme variate de*

energie, au încurajat mult cercetările privind elucidarea apariției vieții şi au deschis unele direcții nebănuite.

Elucidarea structurii acizilor nucleici de către ***J.D. Watson, F.H.C. Crick*** *şi* ***M. Wilson*** *a impresionat cercetările genetice şi a făcut posibilă apariția Biologiei moleculare şi descifrarea structurii profunde a materiei vii.*

Toate aceste acumulări şi multe altele au pregătit terenul apariției unor teorii menite să explice geneza vieții. Genetica modernă a devenit regina ştiințelor naturii. Mecanismele transmiterii informației genetice au fost elucidate până la cele mai profunde subtilități. Se încearcă înțelegerea tuturor structurilor biologice şi a evoluției vieții prin investigarea acizilor nucleici. Biologia moleculară concepe arbori genealogici pornind de la edificarea unor structuri macromoleculare (citocrom, hemoglobină, ARN, ADN etc.). Individul, populația, specia etc. s-au topit în structuri macromoleculare. Nu este vorba de separarea idioplasmei de trofoplasmă în stilul lui ***Karl Nägeli*** *şi al lui* ***August Weismann,*** *ci de o separare tranşantă între nucleu şi citoplasmă sau, mai bine zis, între acizii nucleici şi celelalte structuri celulare. Pornind de aici biologii încearcă să „redescopere" funcțiile structurilor celulare şi să găsească unele căi de pătruns în esența proceselor vitale.*

Descoperirea ciclurilor ***autopoietice*** *şi elucidarea caracteristicilor structurilor disipative reorientează modul de abordare a cercetărilor de biologie moleculară şi celulară.*

Dacă a doua jumătate a secolului al XX-lea a fost marcată de concepția privind rolul hazardului şi a necesității în explicarea apariției şi a evoluției vieții, se pare că o nouă ontologie va canaliza gândirea şi cercetările

biologice în elucidarea esenței fenomenelor vitale. Dacă ***Erwin Schrödinger*** *a intuit că viața realizează „****ordine din dezordine****" și „****ordine din ordine****", acum se conturează tot mai mult faptul că procesele vitale se bazează pe cogniție și că mintea este întrupată.*

Autorii pun în discuție teoria sistemelor complexe pentru a dezvălui o caracteristică esențială a vieții – organizarea structurilor biologice în rețea.

Dacă ***Humberto Maturana*** *și* ***Francisco Varela*** *descoperă dinamica autoregenerării structurilor vitale, căreia îi dau numele de* ***autopoiesis, Ilya Prigogine*** *lansează, împreună cu colaboratorii săi, teoria structurilor disipative, probând că sistemele vii, de la celulă la ecosisteme, depind de fluxurile exterioare de energie pentru a-și menține organizarea și pentru a dirija gradienții de energie, dar și pentru a-și realiza procesele autoorganizatoare.* ***Prigogine*** *descoperă relația care există între energia disponibilă și bogăția speciilor într-un ecosistem, sugerând o legătură între densitatea vieții și procesele disipative și creșterea structurilor organizate pe nivelurile trofice ale unei piramide eltoniene.*

Ilya Prigogine *a descoperit faptul că structurile disipative favorizează, în dinamica lor, apariția spontană de noi forme de ordine. Prin apariția spontană a ordinii în punctele critice trebuie să înțelegem o capacitate sporită de autoorganizare și de emergență a structurilor vitale. Putem deduce astfel că esența vieții este apariția comportamentului organizat. Acesta înseamnă că sistemele disipative sunt sisteme emergente, fie că este vorba de sistemele vii sau nevii.*

Emergența înseamnă geneza unor sisteme noi prin integrarea unor sisteme mai simple existente. Nu întâmplător ***Konrad Lorenz*** *consideră emergența ce pe un* ***„act creator de integrare a unor produse anterioare ale evoluției”****.*

Contrar dogmelor genetice se ridică tot mai multe glasuri care consideră că fidelitatea cu care se asigură transmiterea informației genetice nu este dată doar de structura şi funcțiile acizilor nucleici. Fără sistemul enzimatic frecvența erorilor în transmiterea informației genetice ar fi uriașă. Se acordă tot mai mare rol rețelei epigenetice în schimbarea evolutivă şi în autoorganizarea vieții.

Dacă teoria sintetică a evoluției pune accentul pe hazard în evoluția organismelor, noul concept consideră că mutațiile pot fi generate de rețeaua epigenetică a celulelor. Se porneşte de la datele acumulate din genetică. Dacă prima dogmă a geneticii – ***ADN – ARN – PROTEINE*** *– nu a putu rezista deoarece nu este doar o singură direcție de desfăşurare a acestor procese moleculare, a fost necesar să se renunțe şi la conceptul –* ***o genă un caracter****-, deoarece pentru realizarea unor caractere participă mai multe gene. Dogma – o* ***genă o enzimă (proteină)*** *– părea a fi cu adevărat o dogmă. Cercetările recente au probat însă că o genă poate controla sinteza mai multor tipuri de proteine, chiar cu funcții diferite. Se pare că dinamica rețelelor celulare poate determina ce fel de proteină va fi sintetizată şi cum va funcționa.*

Ceea ce ne apare acum oarecum paradoxal este faptul că procesul de sinteză a proteinelor este controlat nu

atât de gene, cât de rețeaua epigenetică. Mergând pe această direcție teoria sistemică a evoluției probează că în natură domină ordinea şi că nimic nu este întâmplător. Evoluția nu este opera hazardului, ci rezultatul dezvoltării ordinii şi a complexității, ceea ce trebuie înțeles ca un proces de învățare, care implică atât autonomia cât şi libertatea alegerii căii de evoluție.

Tocmai aceste aspecte inedite legate de organizarea şi evoluția sistemelor biologice fac cartea soților Mustață deosebit de atractivă.

Ni se prezintă un nou concept care începe să prindă rădăcini, în ceea ce priveşte înțelegerea şi explicarea proceselor vitale; descoperirea autoorganizării în lumea vie a determinat pe autorii teoriei sistemice a evoluției să afirme că întreaga viață, de la bacterii până la animalele superioare se bazează pe activități mentale.

***Humberto Maturana** şi **Francisco Varela** dezvoltă ideea că cogniția este implicată în autogenerarea şi autoperpetuarea rețelelor vii. Ce trebuie să înțelegem prin aceasta? Trebuie să înțelegem că activitatea care menține sistemele vii la toate nivelurile vieții este o activitate mentală. Pe bună dreptate **George Lakoff** şi **Mark Johnson** afirmau în 1999 că „mintea este întrupată". Despre întruparea minții şi despre spirit ca plenitudine a minții şi a corpului puteți afla mai mult în cartea soților Mustață.*

*În partea a doua a cărții, **„Strategii evolutive ale vieții"** sunt prezentate unele aspecte inedite privind evoluția. Inedită este maniera în care sunt analizate unele aspecte ale evoluției. Analizând din punct de vedere biosemiotic pluricelularitatea ca strategie evolutivă, autorii*

surprind multiple aspecte legate de aplicarea unor programe morfogenetice în dezvoltarea embrionară a animalelor şi interacţiunea dintre celule în integrarea lor în structuri coloniale, pe de o parte şi a organismelor pluricelulare, pe de altă parte. Ceea ce merită o atenţie deosebită în urmărirea acestor aspecte ale evoluţiei este redescoperirea celulelor în structurile coloniale şi în cele pluricelulare. Obişnuiţi să urmărim întregul din punct de vedere anatomic, fiziologic şi embriologic, am neglijat celulele ca părţi componente ale întregului. Descoperim însă că celulele funcţionează ca structuri independente ce îşi conjugă acţiunile, contribuind la asigurarea integralităţii şi sănătăţii organismului. Celulele sunt interesate ca întregul să funcţioneze normal şi unitar pentru a nu le fi pereclitată propria existenţă. Aşa cum paraziţii nu sunt interesaţi ca gazda lor să moară, tot aşa şi celulele nu sunt interesate ca întregul să fie pus în pericol.

*În ceea ce priveşte capitolul „**Dimensiunile mediului ca strategii evolutive**" rămâi oarecum contrariat de maniera în care se pun problemele. Urmărind însă problemele puse în discuţie descoperi unele aspecte deosebit de interesante privind existenţa organismelor în raport cu mediu. În unul şi acelaşi mediu fiecare specie îşi „construieşte" mediul său. Mai mult decât atât, fiecare individ îşi creează **Umwelt-ul** şi **Innenwelt-ul** său. Aşa cum fiecare specie îşi creează nişa sa ecologică, tot aşa fiecare individ îşi creează mediul său. Mergând pe această linie autorii deschid mult limitele mediului intern.*

În paleta largă a strategiilor evolutive sunt introduse unele strategii mai puţin obişnuite. Este un curaj

deosebit să abordezi agresiunea, limbajul, simțul estetic şi comportamentul ludic ca strategii evolutive. Urmărind însă analiza acestor strategii evolutive poți să te întrebi doar de ce toate acestea n-au fost concepute astfel mai de mult.

Biosemiotica** a început să prindă contur încă de la mijlocul veacului al XX-lea. Avea, însă să fie aplicată cu mai mult succes în explicarea comunicării în lumea vie abia după ce **Konrad Lorenz** a pus bazele etologiei. Nu întâmplător **A. Sebeok** a considerat etologia ca fiind o **zoosemiotică.

*Poate că biosemiotica nu ar fi fost atât de repede asimilată de biologie dacă **Niels Jerne** n-ar fi descoperit şi explicat, în mod genial, tainele funcționării sistemului imun în a sa magistrală lucrare „**Gramatica generativă a sistemului imun**". Pornind de la gândirea semiotică a lui **Noam Chomsky, Niels Jerne** a înțeles explicația semnelor şi a semnalelor care mobilizează celulele corpului şi unele structuri funcționale în apărarea organismului împotriva agresiunii agenților patogeni. Făcând o analogie între limbaj şi sistemul imun **Niels Jerne** a înțeles că imensul repertoriu imun nu este doar un vocabular, ci o colecție de fraze, specificate de anticorpi, capabile să recunoască parțial sau total orice frază specificată de antigen.*

Autorii ne poartă de la discursul semiotic la rețeaua semiotică şi de aici la semiosferă, realizând o unitate a vitalului. Semiosfera unifică viul la nivelul planetei Terra asemenea biosferei şi a ecosferei. Este urmărită nişa semiotică cu semnificația şi importanța sa şi se explică dimensiunile biosemiotice ale vitalului.

Abordarea biosemiotică a vitalului reprezintă o premieră în literatura biologică românească. Analiza biosemiotică a vitalului deschide perspective noi în înțelegerea vieții ca fenomen cosmic.

*Soții Mustață nu sunt la prima carte. Au intrat de mult în circuit cărțile „**Origine, evoluție şi evoluționism”, „Homo sapiens sapiens L. Origine şi evoluție”, „Probleme de ecologie generală şi umană”** etc. Această carte reprezintă o sinteză bine realizată, organizată pe trei direcții majore, care ar putea constitui subiecte ale unor cărți independente. Am putea vorbi de trei cărți într-o carte, fără a considera că acestea nu au legătură între ele. Dimpotrivă, cele trei teme majore puse în discuție se interferează în multe direcții, dând volumului o unitate.*

Viața ca fenomen cosmic este extrem de complexă. Nu întâmplător în înțelegerea proceselor vitale se aplică şi Teoria sistemelor complexe. Sistemele complexe necesită o cercetare analitică pentru elucidarea fiecărei fațete, după care se impune recompunerea întregului.

*Autorii acestui volum ne invită, în finalul cărții, să vedem viața ca o metaforă. Am tratat această invitație ca o idee plăcută, năstruşnică chiar. Nu am bănuit însă că metafora este atât de mult implicată în explicarea proceselor vitale. Vorbim de arbori genealogici, de „**marele lanț al ființei”** sau o „**scară a lucrurilor**” şi ajungem la „**Biblioteca lui Babel**” din gândirea lui **Jorge Luis Borges,** sau la „**Biblioteca lui Mendel**” imaginată de **Daniel Dennet**.*

*Vorba lui **R. Dawkins**, viața este „**Un râu pornit din Eden”.***

Mă gândeam că poate acest capitol ar trebui să fie plasat în fața cărții pentru a-ți canaliza, oarecum gândirea. Se pare totuşi, că mai bine este situat ca o concluzie asupra meditațiilor privind viața.

*Cartea „**Strategii evolutive şi semiotice ale vieții**" nu se adresează doar biologilor, ci tuturor celor interesați de esența şi de misterele vieții. Am citit-o cu plăcere şi cu interes şi o recomand cu căldură tuturor celor preocupați de cunoaşterea vieții ca fenomen cosmic.*

Acad. Prof.dr. Ion Dediu
membru titular al Academiei
din Republica Moldova

BIBLIOGRAFIE

1. Avădanei Ştefan, 1994 – „La început a fost metafora". Ed. Virginia, Iaşi
2. Bareliuc, Lucia, Neagu, Natalia, 1977 – Embriologie umană. Ed. Medicală Bucureşti
3. Barnes, R.D., 1963 – Invertebrates Zoology, Saunders, Philadelphia
4. Barnes, D. Robert, 1974 – Invertebrate Zoology. Ed. W.B. Saunders Company. Third Edition. Philadelphia, London, Toronto
5. Bateson, G., 1955 – A theory of play and fantasy. Psychiatric Research Reports (American Psychiatric Association), 2: 39-51
6. Bateson, Gregory, 1972 – Steps to an Ecology of Mind. New York: Ballantine
7. Bayer, F.A., 1973 – Colonial organization in octocoral. In R.S. Boardman, A.H., Cheetham and W.A. Oliver, Yr. Cols (q.v.) Animal colonies: development and function through time, p. 69-93
8. Bekemisev, V.N., 1952 – Bazele anatomiei comparate a nevertebratelor, vol. I-IV. Acad. R.P.R. Inst. Rom.-Sov. Bucureşti
9. Bickerton, A., 1990 – Language and Species Univ. of Chicago Press
10. Bishop, J.W., Bahr, L.M., 1973 – Effects of colony size on feedina by Lophopodella carteri (Hyatt.). In R.S. Boardman, A.H. Cheetham and W.A. Oliver, Jr. eds (q.v.) Animal colonies: development and function through time, p. 433-437
11. Borges, J. Luis, 1999 – Opere vol. 1, Ed. Univers
12. Bloom, J.T., Fawcelt, D.W., 1962 – A Textbook of Histology 8th ed. Saunders, Philadelphia
13. Brien, P., 1950 – Etude sur le Phyloctolemates. An. Soc. Royale Zool. De Belgique, 84(2): 301-444

14. Buss, Leo, 1987 – The Evolution of Individuality. Princeton: Princeton University Press
15. Capra, Fritjof, 2004 – Conexiuni ascunse. Integrarea dimensiunilor biologice, cognitive şi sociale într-o ştiință a durabilității. Ed. Taifas, Bucureşti
16. Capra, Fritjof, 2004 – Momentul adevărului. Ştiința, societatea şi noua cultură. O viziune fascinantă asupra unei noi realități înconjurătoare. O reconciliere a ştiinței cu spiritul uman, pentru un viitor durabil. Ed. Taifas, Bucureşti
17. Chew, G.F., 1968 – Bootstrap: A Scientific Idea? Science, vol. 161, p. 762-765
18. Chomsky, Noam, 1966 – Cartesian Linguistics. New York: Hasper and Row
19. Chomsky, Noam, 1968 – Language and mind. New York: Harcourt, Brace
20. Chomsky, Noam, 1979 – Language and Responsability, New York: Penthenon Books
21. Clarke, David, 1987 – Principles of Semiotic
22. Cramer, Friedrich, 2001 – Haos şi ordine. Ed. Bic All, Timişoara
23. Curie, P.C., Scott, A.F., Summerbell, C.R., Malloch, 1999 – Fungus – growing ants use antibiotic producing bacteria to control garden parasites. Nature 398: 747-748
24. Dawkins, R., 1995 – Un râu pornit din Eden. Codul genetic, computerul şi evoluția speciilor. Ed. Humanitas, Bucureşti
25. De Duve, Christian, 1989 – Ce a fost mai întâi ARN-ul sau proteina. În Ce este viața? Următorii 50 de ani de Michael P. Murphy şi Luke A.J. O'Neill, Ed. Tehnică, p. 69-71
26. De Duve, Christian, 1993 – The RNA world, before and after? Gene. 135, 29-31
27. Deely, John, 1969 – The philosophical Dimensions of the Origin of Species. The Thomist XXX, Part 1, 75-149, Part. II 251-342
28. Deely, John, 1997 – Bazele semioticii, Ed. All

29. Dennet, Daniel, 1995 – Drawin's dangerous idea. Evolution and the Manings of Life. New York Simon & Schuster
30. Depew, David, Bruce Weber, 1985 – Evolution at a Crossroads: The New Biology and the New Philosophy of Science. Cambridge: MIT, Press
31. De Wall, F., W. McGrew, 1994 – The challenge of behavioural diversity. Chimpanzeu cultures. Harvard
32. Dewey, John, Bentley, Arthur, F., 1949 – Knowing and the known. Boston, Beacon Press
33. Dobzhansky, T., 1966 – L'homme en évolution. Paris, Flammarion
34. Dragomir, Alexandru, 2004 – Crase banalități metafizice. Ed. Humanitas, Bucureşti
35. Drieu La Rochelle, 1988 – Borges în conştiința criticii. În Jorge Luis Borges. Frumusețea ca senzație fizică. Ed. Paidea – Literaturi
36. Eco, Umberto – 1973 – Semantique de la metaphore. Tel Quel 55
37. Eco, Umberto, 2003 – O teorie a semioticii, Ed. Meridiane, Bucureşti
38. Emmecke, Claus, Kull, Kalevi, Stjernfelt, Frederik, 2002 – Reading Hoffmeyer, rethinking biology. Tartu University Press, Estonia
39. Gilbert, W., 1986 – The RNA World. Nature vol. 319, p. 618
40. Ghişa, E., 1964 – Botanica sistematică. Ed. Did. şi Ped. Bucureşti
41. Goodall, Lawick, 1968 – A preliminary report on expresive movements, New York
42. Gopnik, M., Crago, M.B., 1991 – Familial aggregation of a developmental language disorder. Cognition 39, 1-50
43. Goodwin, Brian, 1994 – How the Leoprad Changed Its Spots. Scribner, New York
44. Gould, Jay, Stephen, 1999 – Ce este viața? Ca un manifest modernist. În „Ce este viața? Următorii 50 de ani, M.P. Murphy and Luke

A.J. O'Neill. Ed. Tehnică
45. Hawking, Stephen, A., 1988 – Structuralism and Semiotic. Univ. of California Press Berkeley
46. Hebb, D.O., 1949 – The Organization of Behavior. New York: Wilig
47. Herrick, C. Judson, 1949 – George Ellett Coghill: Naturalist and Philosopher. Chicago: University Chicago Press
48. Hoffmeyer, Jesper, 1995 – The Un folding Semiosphere. Procudings of the International Seminar on Evolutionary Systems. Vienna
49. Hoffmeyer, Jesper, 1995 – The Semiotic Body-Mind. Cruzeiro Semiŏtico, special issue in honor Professor Thomas Sebeok
50. Hoffmeyer, Jesper, 1996 – Signs of Meaning in the Universe. Indiana University Press
51. Hortshorne, Charles, 1973 – Born to sing: an interpretation and word survey of bird song. Bloomington, Indiana University Press
52. Jakobson, Roman, 1960 – Closing Statements: Linguistics and Poetics. In Sebeok, ed.
53. Jakobson, Roman, 1974 – Coup d'oeil sur le developpement de la sémiotique. Sémiotique. A. Semiotic landscape, 3-18 Milano
54. Jantsch, Erich, 1980 – The Self Organizing Universe. New York: Pergamon
55. Jerne, Niels, 1984 – The Generative Grammar of the Imune System Science 229: 1059-1067
56. Jonas, Hans, 1966 – The Phenomenon of Life. Toward a Philosophical Biology. A Delta Book, New York
57. Kalomiros, Alexandros, 2003 – Sfinții Părinți despre originile şi destinul cosmosului şi omului. Ed. Deisis, Sibiu
58. Kay, J. Schneider, E., 1992 – Thermodynamics and measures of ecosystem integrity. New York
59. Keller, Evelyn, Fox, 2000 – The Century of the Gene. Harward University Press, Cambridge Mass

60. Koestler, Arthur, 1978 – Janus. London: Hutchinson
61. Lakoff, George, Mark, Johnson, 1999 – Philosophy in the Flesh Basic Book. New York
62. Laszlo, Eruin, 1972 – Introduction to Systems Philosophy. New York: Harper Torch-Book
63. Lestel, Dominique, 2004 – Originile animale ale culturii. Ed. Trei
64. Lewontin, R.C., 1972 – Testing the theory of natural selection. Review of R. Creed. Ed. Ecological genetics and evolution, Balckwell Scientific Publications, Oxford, 1971: 236 (5343) 181-182
65. Lewontin, R.C., 1991 – Biologyes as Ideology: The Doctrine of DNA. New York: Hasper Peremol
66. Lorenz, Konrad, 1973 – Die Rückseite desSpiegels. Versuch einer Naturgesichichte menschlichen Erkennens, Piper Verlog, München, Zürich
67. Lorenz, Konrad, 1983 – Aşa-zisul rău. Despre istoria naturală a agresiunii. Ed. Humanitas, Bucureşti
68. Strungaru, Carmen, Schubert, Rainer, 2005 – Ce putem afla despre om la gâşte? Ed. Polirom Iaşi
69. Lovejoy, O. Arthur, 1997 – Marele lanț al ființei. Ed. Humanitas, Bucureşti
70. Lovelock, J.E., 1998 – Gaia. New York: Oxford university Press
71. Luisi, Pier, Luigi, 1996 – Defining the Transition to Life: Self Replicating Bounded Structures and Chemical Autopoesis, In W. Stein and F.J. Varela (eds). Thinking about Biology. Addison-Wesley, New York
72. Mackie, G.O., 1964 – Analysis of locomotion in a siphonophore colony. Proceedings of the Royal Society, ser. B., 159: 366-391
73. Margulis, Linn, 1998 – Symbiotic Planet. Books, New York
74. Maturana, H.R., 1970 – Biology of cognition. University of Illinois, Urbana Biological

Computer Laboratory
75. Maturana, Humberto, Francisco, 1987 – The Tree of Knowledge. Shambala, Boston
76. Măzăreanu, C., 1999 – Microbiologie generală, Ed. Univ. „Al.I. Cuza" Iaşi
77. Mircea, Florian, 1987 – Recesivitatea ca structură a lumii. Ed. Eminescu, vol. II, Bucureşti
78. Morin, Edgar, 1999 – Paradigma pierdută: natura umană. Ed. Universității „Al.I. Cuza" Iaşi
79. Morowitz, Harold, 1992 – Beginnings of Celular Life. Yale University Press
80. Murphy, Michael P., Luke, A.J., O'Neill, 1989 - Ce este viața? Următorii 50 de ani. Speculații privind viitorul biologiei. Ed. Tehnică
81. Mustață, Gh., Mustață, Tiberiu-Georgian, 2001 – Ecologie somatică. Ed. Junimea Iaşi
82. Mustață, Gh., Mustață, Mariana, 2001 – Origine, evoluție şi evoluționism. „V. Goldiş" Univ. Press, Arad
83. Mustață, Gh., Mustață, Mariana, 2002 – Homo sapiens sapiens. Origine şi evoluție. Ed. „V. Goldiş" Univ. Press
84. Payne, Robert, 1995 – Among wholes. New York. Dell Publishing
85. Penrose, L.S., 1949 – The Biology of Mintal Defect. London, Sidwick & Jackson
86. Pierce, Charles, Sanders, 1931-1958 – Collected Papers. Cambridge: Harvard University Press
87. Pierce, Charles, Sanders, 1867 – On a New List of Categories, C.P.; 545-567
88. Pinker, S., Bloame, P., 1990 – Natural language and natural selection. The Brain and Behavioural Science 1 B, p. 707-784
89. Prigogine, Ilya, 1980 – From Being to Becoming. San Francisco – Freeman
90. Prigogine, Ilya, Isabelle, Stengers, 1997 – Între eternitate şi timp. Ed. Humanitas
91. Racoviță, Emil, 1929 – Evoluția şi problemele ei. Ed. Astra, Cluj-Napoca

92. Radu, Gh.V., Radu, V.V., 1958 – Zoologia nevertebratelor vol. I. Ed. Did. şi Ped. Bucureşti
93. Rosen, R., 1991 – Life itself. New York, Columbia University Press
94. Ruppert and Barnes, 1994 – Invertebrate Zoology, Philadelphia
95. Scott, J.P., Frederison, F., 1951 – The causes of fighting in mice and rats. Phisiological Zoology, 24 (4): 273-309
96. Schrödinger, Erwin, 1980 – Ce este viața? Spirit şi materie. Ed. Politică, Bucureşti
97. Sebeok, Thomas, A., 1962 – Coding in Evolution of Signalling Behavior. Behavioral Sciences, 74
98. Sebeok, Thomas Albert, 1968 – Is a Comparative Semiotics Possible? Echanges et Communications. Ed. J. Pouillon, Pierre Moranda
99. Sebeok, Thomas, A., 1968 – Animal Communication. Bloomington: Indiana University Press
100. Sebeok, Thomas, A., 1972 – Perspectives in Zoosemiotics. Haga: Mount.
101. Sebeok, Thomas, Albert, 1975 – The Semiotic Web. A Chronicle of Prejudices Bull. Literatury Semiotics, 2. 1-63
102. Sebeok, Thomas Albert, 1989 – The Semiotic Self Revised. Sign, Self and Society, B. See, Greg Urban, Berlin
103. Sebeok, Thomas, A., Umiker, Jean, 1992 – Biosemiotics: The Semiotic Web. Berlin: Mount de Gruyter
104. Sebeok, Thomas, A., 2001 – Global semiotics. Bloomington: Indiana University Press
105. Smith, Maynard, John, Eàrs, Szathmáry, 1999 – Limbaj şi viață. În Michael P. Murphy, Luke A.J. O'Neill. Ce este viața? Următorii 50 de ani. Ed. Tehnică Bucureşti
106. Soussure, Ferdinand, D.C., 1916 – Cows linguistique géneralé. Paris, Poryot

107. Steindl-Rast, David, 1990 – Spirituality as Common Sense. The Quest. Theosophical Society in America. Wheaton, Ill, vol. 3, n 2
108. Steward, Ian, 1998 – Lift's other Secret. John Wiley, New York
109. Strochman, Richard, 1997 – The ComingKuhnian Revolution in Biology. Nature Biotechnology, vol. 15
110. Telfer, H.W., Kennedy, D., 1986 – Biologia organismelor. Ed. Şt. şi Enciclopedică Bucureşti
111. Thomas, Lewis, 1975 – The lives of a Cell. New York, Bantam
112. Toma, C., Toma, Irina, 2006 – Simbioza micorizianã. Mem. Sect. St. Acad. Române, seria IV, Tom XXVII, 2004: 123-149, Bucureşti
113. Trivers, R.L., 1971 – The evolution of reciprocal altruism. Quaterly Review of Biology.
114. Uexküll, von Jakob, 1936 – Die geschantz Welten: Die Umwelten meiner Freunde. Ein Erinnerungsbuch, berlin: S. Fischer Verlog
115. Uexküll, von Jakob, 1981 – The Sign Theory of Jacob von Uexküll. Classics of Semiotics. Volf Johst Szedler Verlag, Berlin
116. Ulanowicz, R.E., 1987 – Growth and development: Ecosystem of entropy – Phenomenology New York, Springer
117. Ulanowicz, R.E., Hannon, B.M., 1987 – Life and the production of entropy. Proceedings of the Royal Society, B. 232, 181-192
118. Wheeler, W. H., 1928 – The social insects: Their origin and evolution. Harcourt, Brace New York, T. XVIII, 378 pp.
119. Wilson, D. eduard, 2003 – Sociobiologia. Ed. Trei
120. Woese, C.R., 1970 – The genetic code in prokaryotes and eukaryotes. Symp. Soc. Gen. Microbiol., XX Prokaryotic and eukaryotic cell, 39-54
121. Wittenberg, C., 1981 – Eseuri de biologie teoretică. Ed. Şt. Enciclop., Bucureşti

122. Zamfirache, Maria-Magdalena, Toma, C., 2005 – Simbioza în regnul vegetal. Mem. Sect. St. Acad. Române, seria IV, Tom XXV, 2002: 37-84, Bucureşti
123. Zarnea, G., 1994 – Tratat de microbiologie generală, vol. I-V. Ed. Academiei Române, Bucureşti